

Całkowita pewność: uszczelki podgłowicowe i śruby głowicy od jednego dostawcy



D O B R A P R A K T Y K A

Śruby głowicy cylindrowej w praktyce



Das Original

Pewność nie jest pojęciem rozciągliwym



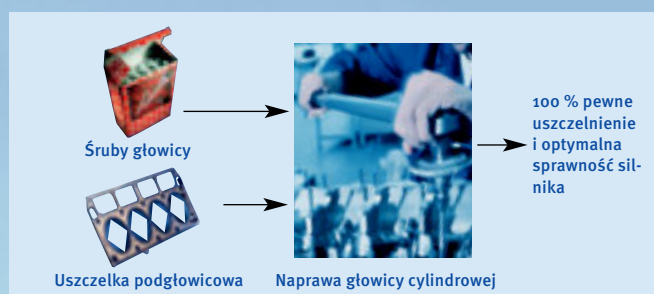
Obrót w stronę optymalnej pewności

Elring – podkręca swój serwis

W silnikach najnowszej generacji profesjonalna naprawa systemu uszczelniania głowicy cylindrowej wymaga jednoczesnego zastąpienia nowymi, dwóch elementów – uszczelki podgłowicowej oraz śrub głowicy.

Nowa i pełna oferta śrub głowicy firmy Elring pozwala zaoszczędzić czas i pieniądze. Teraz wszystko jest dostępne u jednego dostawcy z jednej ręki: uszczelka podgłowicowa i odpowiednio do niej śruby głowicy

- do prawie wszystkich samochodów osobowych i pojazdów użytkowych (zob. katalog śrub głowicy Elring)
- o wypróbowanej jakości
- odpowiednio dobrane do indywidualnej naprawy każdego silnika
- specjalnie zapakowane w celu ochrony gwintu
- szybkie i wygodne użycie
- bezpośrednio od producenta uszczelek



Śruby głowicy firmy Elring są dostępne dla:

Alfa Romeo | Audi | BMW | Citroën | Daewoo | Deutz | Fiat | Ford | Honda | Hyundai | Isuzu | Iveco | Kia | Lada | Land Rover | Lancia | MAN | Mazda | Mercedes-Benz (samochody i pojazdy przemysłowe) | Mitsubishi | Nissan | Opel | Peugeot | Renault | Rover | Saab | Scania | Seat | Škoda | Ssangyong | Suzuki | Talbot | Toyota | Vauxhall | Volkswagen | Volvo (samochody osobowe i pojazdy użytkowe)

Spis treści: „Śruby głowicy cylindrowej w praktyce“

1. Naprężenia głowicy	strona 4
2. Funkcje	strona 6
3. Rodzaje śrub	strona 8
4. Proces dokręcania	strona 10
5. Profesjonalne naprawy	strona 13
6. Kontrola jakości	strona 14
7. Dane techniczne	strona 16
8. Pakowanie	strona 17

1. Naprężenia głowicy

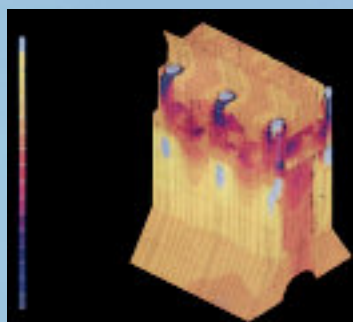
Zaskakująca solidność

Śruby głowicy silnika nie wymagające ponownego dokręcania są standardem w obecnie wytwarzanych silnikach. Przemawiają za tym powody ekonomiczne i techniczne podczas produkcji i naprawy silników:

- Równomiernie rozłożona siła docisku wszystkich śrub głowicy silnika
- pewny i funkcjonalny system uszczelnienia
- zminimalizowanie kosztów

W celu zapewnienia prawidłowego napięcia głowicy bez potrzeby ponownego jej dokręcania w przyszłości, wszystkie części składowe, związane z systemem uszczelnienia głowicy cylindrowej muszą jeszcze na etapie projektowania, zostać doskonale do siebie dopasowane.

Na solidność systemu uszczelnienia składają się zarówno jakość materiału, z którego wykonano śruby głowicy, jak i ich odpowiednia konstrukcja.



Naprężenia rozciągające i ściskające w systemie uszczelnienia głowicy – widoczne przy zastosowaniu metody elementów skończonych.





Das Original



System uszczelnienia
głowicy cylindrowej

Śruba głowicy

Głowica cylindrowa

Uszczelka pod-
głowicowa

Skrzynia korbowa
silnika

Tuleja cylindrowa
(w zależności od
konstrukcji silnika)

2. Funkcje



Skuteczne siły

Śruby głowicy są elementem konstrukcyjnym systemu uszczelniania głowicy silnika wytwarzającym wymagany nacisk powierzchniowy i przenoszącym go na komponenty silnika. Z tego też powodu śruby głowicy muszą być dokręcone zgodnie z zaleceniami producenta silnika i w odpowiedniej kolejności (patrz rozdz. 4).

Uszczelka głowicy rozdziela całkowitą dostępną jej siłę na różne obszary uszczelnienia (uszczelnienie gazów spalinowych, wody i oleju).

Dlatego:

Całkowita siła wytwarzana przez śruby głowicy, jak i jej równomierny rozkład są podstawowym warunkiem prawidłowego funkcjonowania uszczelki podgłowicowej.

Nowoczesne konstrukcje silników ze stopów metali lekkich wyróżniają się następującymi cechami:

- wyższym ciśnieniem zapłonu (do 220 barów)
- rosnącymi ruchami względnymi części silnikowych
- zmniejszoną sztywnością silnika i większą termiczną rozciągliwością części składowych ze względu na materiały użyte do ich konstrukcji: aluminium i magnez
- redukcją deformacji średnicy cylindrów i głowicy silnika (słowo kluczowe: zredukowane siły docisku śrub)

W celu sprostania tym wyzwaniom śruby głowicy zostały znacznie zmodyfikowane w przeciągu kilku ostatnich dziesięcioleci konstruowania silników. Ich własności muszą odpowiadać w każdym szczególe danej konstrukcji silnika.

Oprócz ulepszonych materiałów służących do wytwarzania śrub oraz doskonalszego procesu produkcji, najbardziej znaczących modyfikacji dokonano w:

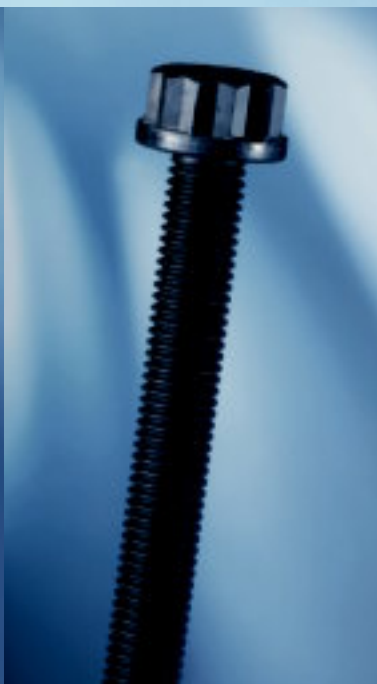
- konstrukcji śrub głowicy (patrz rozdz. 3)
- procesie dokręcania śrub głowicy (patrz rozdz. 4)

Daleko idącej modyfikacji uległo także pokrycie powierzchni śrub w celu zapewnienia lepszych warunków tarcia.

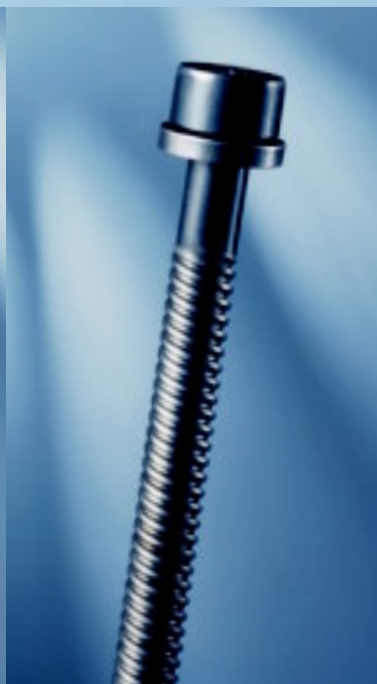
3. Rodzaje śrub



a) Śruby z krótkimi gwintem walcowym



b) Śruba z długimi gwintem walcowym



c) Śruba rozciągliwa, spiralna



d) Śruba rozciągliwa z „płynącym” trzonem

Nowe rodzaje śrub głowicy silnika: najlepszy wybór do silników ze stopów metali lekkich.

Konstrukcje silników z metali lekkich jak:

- aluminiowa głowica silnika i blok silnika z żeliwa szarego
- głowica cylindrowa i skrzynia korbowa z aluminium

wykazują inną rozszerzalność cieplną niż śruby głowicy ze stali. Rozszerzalność cieplna aluminiowych części silnikowych jest 2 razy większa niż śrub głowicy.

Stosowanie stopów metali lekkich do wytwarzania części silnikowych oraz zmodyfikowany proces dokręcania (patrz rozdz. 4) są powodami, dla których przede wszystkim poniższe geometrie śrub są stosowane przy dokręcaniu głowicy cylindrowej w nowoczesnych silnikach.

Śruba z gwintem walcowym

Głównie stosowane w silnikach samochodów osobowych. Takie śruby wyposażone są w gwint walcowy naniesiony na jej trzon i nie są poddawane obróbce w naprężeniu. Własności elastyczne śrub z długimi gwintami walcowymi są bardzo podobne do właściwości rozciągliwych śrub sprężynujących o podwyższonej wytrzymałości (są one poddawane obróbce w naprężeniu). Ze względu na zbliżone własności, śruby tego typu są nazywane korzystną alternatywą dla śrub rozciągliwych.

a) Śruba z krótkim gwintem walcowym

Na tym rodzaju śrub gwint jest nanoszony tylko do maksymalnej głębokości zamocowania. Najwyżej położony skręt gwintu przyjmuje na siebie najwyższe siły i w związku z tym podlega najczęściej trwałemu, plastycznemu odkształceniu.

b) Śruba z długim gwintem walcowym

Ten rodzaj śruby charakteryzuje się długą walcowaną częścią gwintu, z reguły aż do nasady śruby. To właśnie tam następuje rozciąganie elastyczne i plastyczne śruby podczas jej dokręcania oraz w czasie pracy silnika. Długi gwint podnosi elastyczność, zapewnia równe napięcie wzdłuż całego trzonu śruby oraz daje jej wystarczającą odporność na deformację plastyczną, co z kolei zapewnia trwałość całego systemu uszczelnienia głowicy.

c) Śruba rozciągliwa, spiralna

Śruby spiralne są to śruby na których trzon naniesiony został jedno lub wielorowkowy gwint w formie spirali. Ten rodzaj gwintu uelastycznia dodatkowo śrubę, zapewniając równomierne rozłożenie naprężeń. Elastyczna sprężystość śrub spiralnych uzależniona jest od średnicy rdzenia wybranego wzoru spiralnego – im mniejsza średnica, tym bliższe podobieństwo cech do śruby rozciągliwej z „płynącym“ trzonem.

d) Śruba rozciągliwa z „płynącym“ trzonem

Ten rodzaj śruby jest często stosowany w pojazdach użytkowych i charakteryzuje się zwężonym trzonem na odcinku od gwintu aż do łba śruby. Ze względu na mniejszy przekrój śruby, osiągnięto jej większą sprężystość elastyczną i plastyczną. Plastyczne rozciąganie, które jest istotnym elementem podczas napraw, następuje w nie gwintowanej, zwężonej części trzonu śruby.

4. Proces dokręcania

Obrót w stronę optymalnej pewności

W ścisłej współpracy producentów silników z przemysłem dostawców ich poszczególnych części, przeprowadzono testy i programy badawcze, aby przy pomocy lepszych komponentów silnikowych i technik jak:

- „Metaloflex®“ – uszczelka głowicy o bardzo wysokim potencjale uszczelnienia i niewielkim stopniu osadzania się materiału
- Śruba głowicy o szczególnej charakterystyce odkształceń plastycznych (patrz rozdz. 3)
- Nowy proces dokręcania śrub głowicy (patrz rozdz. 4.2 i 4.3)

zagwarantować znacznie lepsze połączenia uszczelniające.

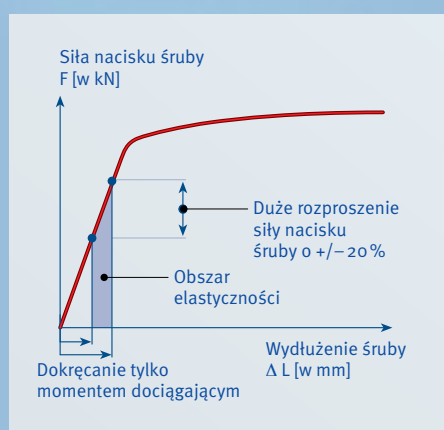
4.1 Dokręcanie śruby przy użyciu momentu dociągającego

Śruby głowicy były zwykle dokręcane w kilku etapach z użyciem dokładnie określonego momentu dociągającego, aż do elastycznego obszaru rozciągnięcia materiału śruby.

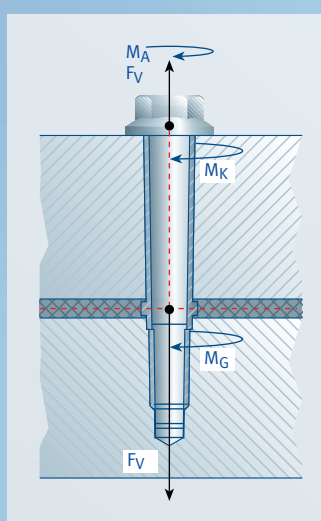
Wady dokręcania momentem dociągającym:

1. Podczas podawania momentu dociągającego M_A , wzrastają różnice nacisku śruby przy sile zaciskowej F_V około +/- 20% ze względu na różny moment tarcia łba (M_R) i gwintu (M_G) – patrz rysunek na dole po prawej. Niemożliwe jest w taki sposób osiągnięcie równomiernego rozłożenia nacisku w całym systemie uszczelniającym.

2. W wyniku zimno statycznego procesu osadzania się uszczelki z materiału miękkiego po montażu (= utrata siły dociskowej) oraz dalszej utraty tej siły podczas pracy silnika, śruby musiały być ponownie dokręcane po z góry określonym przebiegu silnika. Jednak ponowne dokręcenie śrub głowicy nie usuwało już rozproszenia siły jej docisku.



Elastyczne dokręcanie śruby



Wartości siły docisku i momentu dociągającego podczas dokręcania



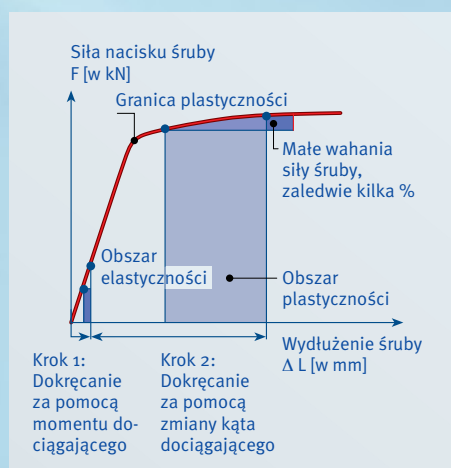
Dokręcanie śrub głowicy za pomocą tarczy o zmiennym kącie dociągającym

4.2 Dokręcanie śrub za pomocą momentu oraz kąta dociągającego w silnikach nowej generacji.

Podczas tego procesu śruba głowicy podlega nie tylko rozciąganiu elastycznemu, ale także plastycznemu. Zapewnia on dodatkowe zalety w porównaniu z procesem dokręcania tylko za pomocą momentu dociągającego.

Opis procesu łączonego

Podczas procesu dokręcania za pomocą momentu dociągającego połączonego ze zmianą kąta dociągającego, śruba zostaje najpierw dokręcona z określonym niskim momentem dociągającym w elastycznym obszarze charakterystyki śruby (wykres poniżej).



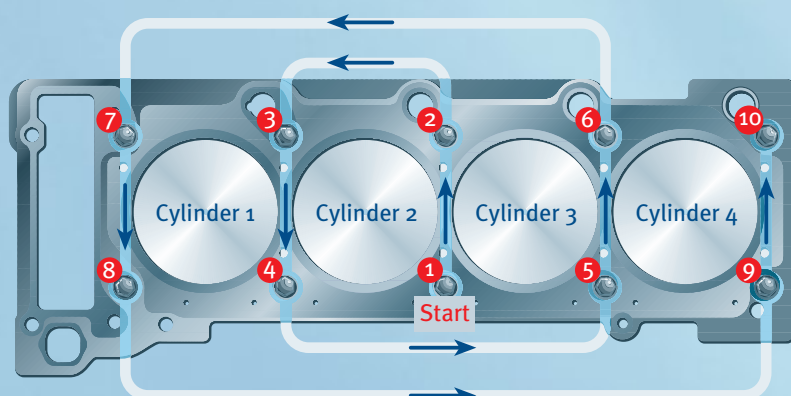
Plastyczne dokręcanie śruby

Pod koniec dokręcania momentem dociągającym, śruba jest poddawana dalszemu dokręcaniu przy zastosowaniu określonego kąta dociągającego. Materiał śruby odkształca się w tym momencie plastycznie ponad swoją granicę plastyczności (granica plastyczności – punkt przejścia krzywej z obszaru elastyczności do obszaru plastyczności).

Zalety dokręcania kątem dociągającym:

1. W połączeniu z nowymi konstrukcjami śrub głowicy, zastosowanie tej metody dokręcania nie powoduje mocniejszego napięcia własnego śruby, lecz jej plastyczne wydłużenie. Tak więc uzyskujemy równomiernie wysoki poziom sił dociągu wszystkich śrub głowicy. Jest to ważny warunek uzyskania szczelności zespołu głowica – blok.

2. Nie jest konieczne ponowne dokręcanie śrub głowicy. Uszczelki metalowe wielowarstwowe w rezultacie niewielkich wartości osadzenia się ich materiału nie muszą być ponownie dokręcane.



Kolejność dokręcania śrub głowicy (przykład)

4.3 Kolejność dokręcania

Śruby głowicy (np. od 1 do 10 w silniku 4-cylindrowym, zgodnie z powyższym rysunkiem) powinny zostać dokręcone w precyzyjnie zdefiniowanej kolejności (patrz dane producenta). Podobnie jak moment i kąt dociągający, kolejność ta zostaje określona przez producentów uszczelki i silników, oraz dopasowana do danej konstrukcji silnika. Do każdej uszczelki podgłowicowej oraz każdego zestawu uszczelki Elring są załączone odpowiednie instrukcje z momentami dokręcania śrub głowicy w kilku językach.

Śruby są dokręcane w kilku krokach, na przykład:

- Krok 1 – 20 Nm (oznacza: dokręcić śruby od 1 do 10 za pomocą momentu dociągającego 20 Nm)
- Krok 2 – 60 Nm (oznacza: dokręcić śruby od 1 do 10 za pomocą momentu dociągającego 60 Nm)
- Krok 3 – 90° (oznacza: dokręcić śruby od 1 do 10 za pomocą kąta dociągającego o wartości 90°)
- Krok 4 – 90° (oznacza: ponownie dokręcić śruby od 1 do 10 za pomocą kąta dociągającego o wartości 90°)

Za każdym razem kolejność dokręcania oparta jest na następującej zasadzie:

Każdy proces dokręcania śrub rozpoczyna się zawsze w środku silnika (pomiędzy cylindrami 2 i 3 na przykładowym rysunku), i kontynuowany jest spiralnie (względnie krzyżowo) po obu stronach do najbardziej zewnętrznych śrub cylindrów nr. 1 oraz nr. 4.

Tym samym mamy gwarancję, że głowica silnika oraz uszczelka podgłowicowa zostały optymalnie połączone oraz dociągnięte do skrzyni korbowej silnika.

W przypadku nieprzestrzegania podanej kolejności dociągania śrub, dojdzie do wystąpienia nierównomiernego napięcia głowicy i w rezultacie zaowocuje skrzywieniem komponentów silnika.

Rezultat: może dojść do wycieków w obszarze uszczelnienia, styku głowicy z blokiem silnikowym.

5. Profesjonalne naprawy

Tylko nowe śruby głowicy dają stuprocentową pewność

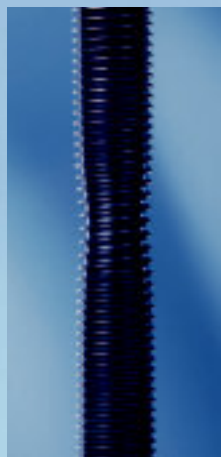
Silniki nowej generacji posiadają ulepszone systemy uszczelniające, doskonale dopasowane do modelu silnika. W takich systemach śruby głowicy odgrywają podstawową rolę (patrz rozdz. 1–4).

Śruby głowicy mogą zostać plastycznie rozciągnięte w porównaniu ze stanem pierwotnym o kilka milimetrów dzięki:

- nowemu procesowi dokręcania polegającego na łączeniu momentu z kątem dociągającym (= dodatkowe plastyczne rozciąganie śruby), a także
- nowoczesnemu projektowaniu silników, np. łączenie aluminium z aluminium (= dodatkowe rozciąganie plastyczne podczas pierwszego rozgrzania silnika)

Obok zmian w wytrzymałości i własnościach wydłużeniowych materiału śruby, z procesem jej wydłużenia, związane jest także ściśle zmniejszenie średnicy śruby.

Badania wykazały, że przy śrubie M10 o średniej klasie wytrzymałości 10.9, obciążalność śruby może spaść o 10–15% przy zwężeniu za ledwie 0,3 mm. Uszczelka nie jest wtedy dociskana z wystarczającą siłą i w krótkim czasie może być nieszczelna.

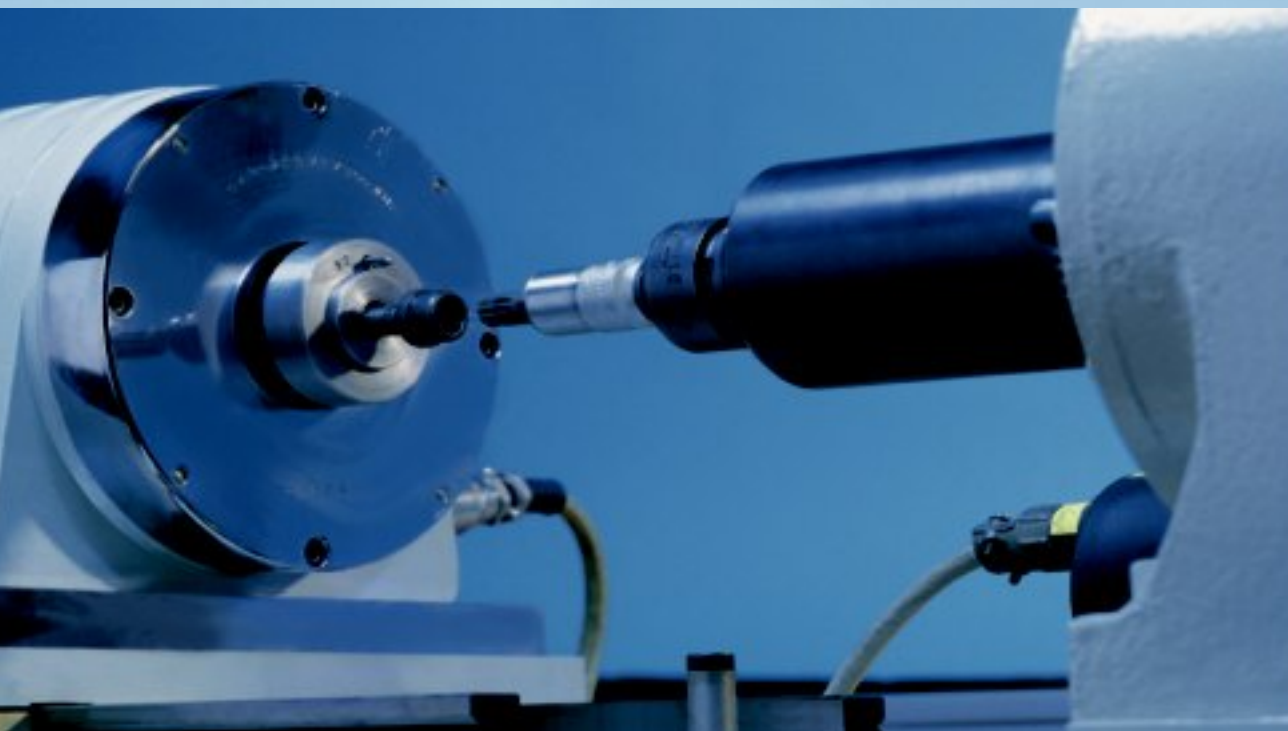


Plastycznie wydłużona i przewężona śruba

W związku z tym, podczas profesjonalnych napraw systemu uszczelniania głowicy silnika, producenci silników i uszczelki zalecają co następuje:

- Stosowanie tylko nowych śrub głowicy i uszczelki podgłowicowej
- Przestrzeganie momentu i kąta dociągającego
- Dokręcanie śrub głowicy w podanej kolejności
- Stosowanie umytych, nie odkształconych części składowych silnika
- Przeprowadzanie napraw tylko przez fachowy personel
- Stosowanie narzędzi wysokiej jakości

Przestrzeganie tych wskazówek, zagwarantuje odpowiednie dociągnięcie komponentów silnika oraz spowoduje uzyskanie jego optymalnej szczelności. Wcześniej użyte i plastycznie odkształcone śruby głowicy nie mogą być w żadnym wypadku zastosowane ponownie. W ten sposób unikniemy nieprzyjemnych konsekwencji w postaci wycieków podgłowicowych oraz niepotrzebnych kosztów ponownej naprawy, zdenerwowanych klientów oraz utraty dobrej marki.



Stanowisko badawcze śrub – pewny test wyznaczający krzywą charakterystyki śruby

Sprawdzona pewność.

Każdy model silnika stawia odpowiednie wymagania śrubom głowicy, których spełnienie jest gwarantem optymalnego uszczelnienia silnika.

Z tego właśnie powodu bardzo dokładnie sprawdzane są dostępne rysunki, raporty z testów dotyczących pierwszych próbek, jak też różne charakterystyki dotyczące składu chemicznego, jak i wymiarów śrub głowicy.

Przed dopuszczeniem do użytkowania, dodatkowo przeprowadzane pomiary na stanowisku badawczym, zapewniają zachowanie wysokiego standardu jakości.

Powstawanie krzywej charakterystyki śruby na stanowisku badawczym.

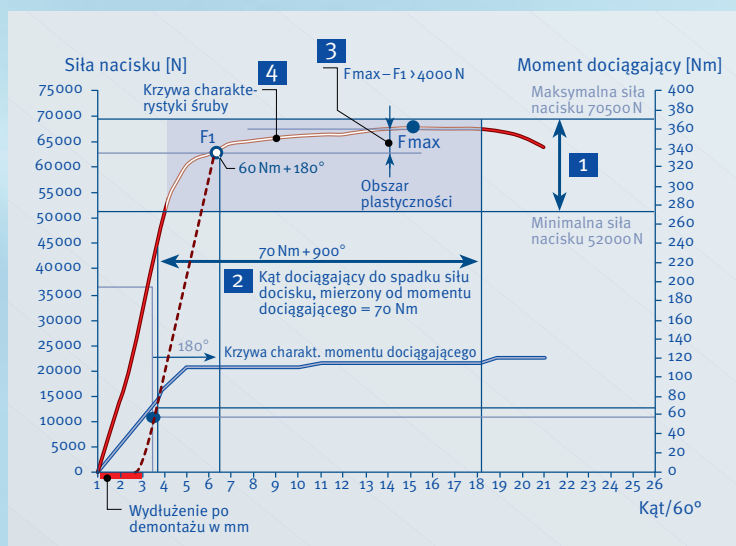
Podczas testu śruba jest dociągana mocniej, ponad poziom zadany w procesie dokręcania (tutaj moment dociągający wynosi 60 Nm a kąt dociągający 180°) w celu uzyskania szczegółowej i miarodajnej krzywej charakterystyki śruby. Krzywa charakterystyki śruby uzyskana w czasie procesu dokręcania zostaje określona za pomocą następujących kryteriów:

1. Siła docisku śruby F_1 osiągnięta po dokręceniu określonym momentem i kątem dociągającym (w tym przypadku 60 Nm + 180°) musi zawierać się w zdefiniowanym obszarze między minimalną, a maksymalną siłą (10 N ~ 1 kg).

2. Po dostraczeniu określonego momentu dociągającego (w tym przypadku 70 Nm) śrubę należy przekręcić jeszcze o co najmniej dwa obroty ($\pm 90^\circ$ kąta dociągającego, w zależności od zaleceń producenta), przy czym siła docisku śruby nie może istotnie spaść.

3. Różnica pomiędzy zmierzoną maksymalną siłą nacisku F_{max} i siłą nacisku po dokręceniu F_1 musi być większa od wartości określonej przez producenta (w tym przypadku 4000 N).

4. Krzywa charakterystyki śruby (czerwono-żółta) musi pokrywać się po dokręceniu rzeczywiście z krzywą na rysunku. Nie może ukazywać żadnych skoków, ani zniekształceń.



Krzywa charakterystyki śruby

Spełnienie tych czterech podstawowych warunków na stanowisku badawczym oraz towarzyszące testom raporty na temat wymiarów oraz konsystencji chemicznej, dają pewność, że przetestowany typ śruby posiada potencjał do bezpiecznego uszczelnienia silnika.

Dopełnieniem krzywej jest widoczne w lewym dolnym rogu wykresu, trwałe wydłużenie śruby, stwierdzone po wymontowaniu jej ze stanowiska badawczego. Po odkręceniu śruby krzywa przechodzi wzdłuż kropkowanej czerwonej linii od wartości F_1 w dół. Gruby czerwony odcinek odpowiada wydłużeniu śruby po badaniu.

7. Dane techniczne

Przykład:

M10 x 140 x 1,5 Sześciokąt wewnętrzny 10.9

Średnica nominalna (w mm)
np. M10, M11, M12, M16

Długość nominalna
(w mm)

Skok gwintu (w mm),
tzn. przy jednym obrocie,
śruba jest o tę wartość
wkręcana (w mm), np. 1;

Typ gwintu,
gwint metryczny ISO.
Modele specjalne:
drobny, trapezowy,
Withworth

Klasa wytrzymałości

na przykład	8.8	10.9	12.9
	=	=	=
Wytrzymałość na rozciąganie w N/mm ²	800	1000	1200
Granica plastyczności N/mm ²	640	900	1080

Kształt łba śruby



Sześciokąt wewnętrzny



Sześciokąt zewnętrzny



Ząbkowany wewnętrzny



Ząbkowany zewnętrzny



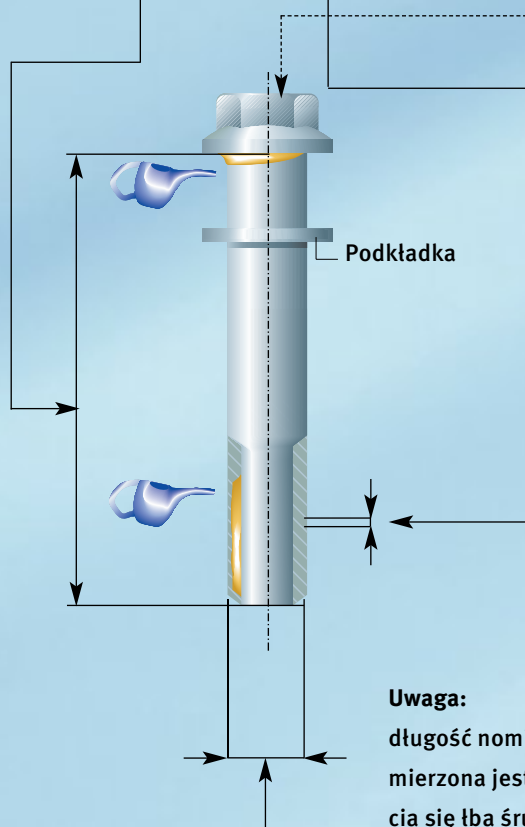
Torx wewnętrzny



Torx zewnętrzny



Polydrive®



Uwaga:

długość nominalna zawsze mierzona jest od miejsca zetknięcia się łba śruby z powierzchnią, nawet, jeżeli użyta powinna zostać podkładka.



Wskazówka do montażu:

Przed rozpoczęciem montażu miejsce zetknięcia się łba śruby z powierzchnią oraz gwint powinny zostać lekko naoliwione, dzięki czemu wartości tarcia nie są zbyt wysokie i można uzyskać odpowiednią siłę napięcia własnego śruby.

8. Opakowanie

Śruby głowicy – bezpiecznie zapakowane.

Niezwykle istotnym jest dobre zapakowanie śrub głowicy, dzięki czemu docierają one do naszych klientów w jakości przez nas sprawdzonej i nie ulegają uszkodzeniom. Z tego powodu wybieramy śruby odpowiednie dla danego silnika i pakujemy w przyjazne środowisku, składane pudełka. A dzięki specjalnym wkładkom do pudełek możliwe jest spakowanie 95% typów śrub (z około 200 wszystkich dostępnych), bez względu na ich długość i średnicę, do jednego pudełka, co znacznie ułatwia składowanie.



Taki sposób pakowania daje najlepszą ochronę i ułatwia logistykę, jednocześnie gwarantując zachowanie ich funkcjonalności i spełnia oczekiwania klienta.

Dostarczenie klientom produktów o identycznej jakości i zapewnienie im najlepszej obsługi na całym świecie jest głównym założeniem filozofii naszego przedsiębiorstwa – a także podstawą wieloletniej i twórczej współpracy z naszymi klientami.

Przytoczone tu informacje - wynikające z długoletniego doświadczenia i wiedzy - mogą być niekompletne.
Ewentualne uszkodzenia odszkodowawcze na podstawie tych informacji nie mogą być uznane. Montaż wszystkich części zamiennych tylko przez przeszkolony personel fachowy.
Zastrzeżone zmiany w zakresie usług oraz zmiany techniczne. Nie dajemy gwarancji na błędy drukarskie.



Das Original

ElringKlinger AG | Dział części zamienne
Max-Eyth-Straße 2 | D-72581 Dettingen/Erms
Tel. +49 (0)71 23/724-601 | Fax +49 (0)71 23/724-609
service@elring.de | www.elring.de