Špičková spolehlivost: těsnění hlavy válců a šrouby hlavy válců – vše od jediného dodavatele

Šrouby hlavy válců

Praktická příručka

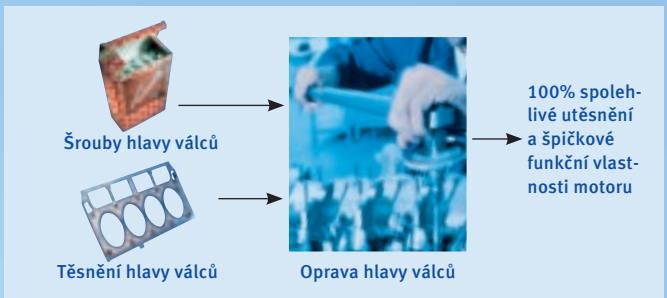
elring

Das Original

Spolehlivost není flexibilní výraz

Správné utažení pro dlouhodobou spolehlivost

Elring – určitě lepší servis.



Pro současné generace motorů je při profesionální opravě systému těsnění hlavy válců nutná výměna obou komponentů, tedy těsnění hlavy válců a šrouby hlavy válců, za nové díly.

S novou kompletní řadou šroubů hlavy válců od firmy Elring ušetříte čas a peníze. Nyní je totiž vše k dispozici od jediného dodavatele: těsnění hlavy válců a odpovídající sada šroubů hlavy válců.

- pro prakticky všechna osobní a užitková vozidla (viz katalog šroubů hlavy válců)
- s otestovanou kvalitou
- sortiment lze volit individuálně pro každou opravu motoru
- balení ve speciálním boxu s ochranou závitu
- praktické a rychlé
- přímo od výrobce těsnění

Šrouby hlavy válců Elring jsou k dispozici pro vozidla:

Alfa Romeo | Audi | BMW | Citro n | Daewoo | Deutz | Fiat | Ford | Honda | Hyundai | Isuzu | Iveco | Kia | Lada | Land Rover | Lancia | MAN | Mazda | Mercedes-Benz (PKW a LKW) | Mitsubishi | Nissan | Opel | Peugeot | Renault | Rover | Saab | Scania | Seat | Škoda | Ssangyong | Suzuki | Talbot | Toyota | Vauxhall | Volkswagen | Volvo (PKW a LKW)

Obsah: šrouby hlavy válců – praktická příručka

1. Přišroubování hlavy válců	strana 4
2. Princip funkce	strana 6
3. Typy šroubů	strana 8
4. Postup utahování	strana 10
5. Profesionální oprava	strana 13
6. Testování kvality	strana 14
7. Technické údaje	strana 16
8. Balení	strana 17

1. Přišroubování hlavy válců

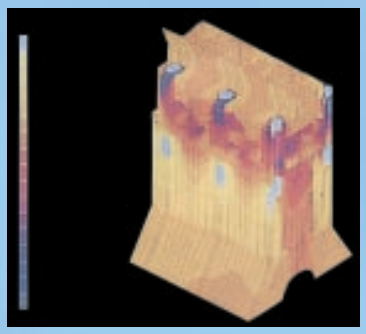
Fascinující spolehlivost.

U moderní konstrukce motorů je standardem, že šrouby hlavy válců není nutné dotahovat. Pro tuto skutečnost jsou technické a ekonomické důvody jak při výrobě, tak při opravách motorů:

- rovnoměrně vysoká upínací síla u všech šroubů
- spolehlivý, funkční systém těsnění
- úspora nákladů

Pro zajištění spolehlivého přišroubování hlavy válců bez potřeby dotahování musejí být vzájemně přizpůsobeny veškeré díly zahrnuté do systému utěsnění hlavy válců již ve stádiu vývoje.

Pro zajištění spolehlivost systému utěsnění má mimořádný význam jak konstrukce, tak také kvalita materiálu u šroubů hlavy válců.



Namáhání tahem a tlakem v systému utěsnění hlavy válců – vizualizováno použitím metody konečných prvků.

Systém těsnění hlavy válců

Šrouby hlavy válců

Hlava válců

Těsnění hlavy válců

Kliková skříň

Vložka válců (v závislosti na konstrukci motoru)

2. Princip funkce

Efektivní síly.

Šrouby hlavy válců jsou konstrukčním prvkem systému těsnění hlavy válců a vytvářejí požadovaný povrchový tlak pro přenos na komponenty motoru. Toto vyžaduje, aby byly šrouby hlavy válců utahovány přesně podle specifických pokynů a v určeném pořadí (viz odstavec 4).

Pouze celková síla působící na těsnění hlavy válců může být rozložena těsněním do různých oblastí utěsnění (utěsnění plynů, vody a oleje). Toto označujeme jako specifické rozložení utěsňovacích tlaků.

Proto:
Celková upínací síla vytvářená šrouby hlavy válců a její rovnoměrné rozložení v celém systému utěsnění je hlavním předpokladem pro funkci těsnění hlavy válců.

Moderní lehká konstrukce motorů má náročné požadavky, jako

- vysoký tlak při zážehu (až 220 barů)
- zvýšený relativní pohyb komponentů motoru
- snížení tuhosti motoru a vyšší teplotní roztažnost komponentů v důsledku konstrukce v materiálu hliník/hořčík
- snížení deformace otvorů v bloku válců a v hlavě válců (moto: snížená síla šroubů).

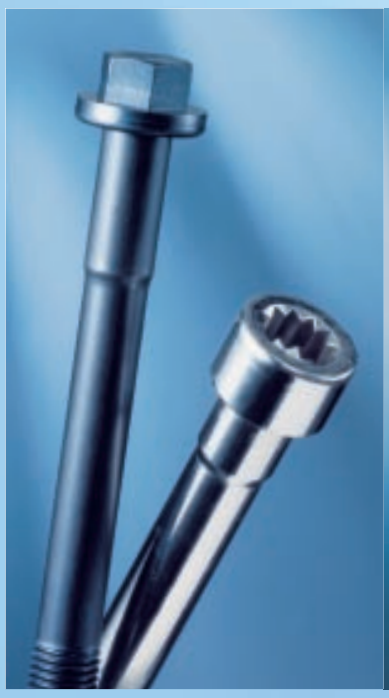
Aby bylo možné vyhovět těmto požadavkům, muselo u šroubů hlavy válců dojít k podstatným změnám v posledním období vývoje motoru. Vlastnosti šroubů musely splnit ve všech detailech specifické požadavky motorů.

Kromě použití lepších materiálů a zlepšení výrobního procesu šroubů byly provedeny hlavní modifikace v oblasti

- konstrukce šroubů (viz odstavec 3)
- v postupu utahování (viz odstavec 4).

Modifikován byl také povrch šroubů, aby se zajistily příznivější třecí podmínky.

3. Typy šroubů



a) šrouby s válcovaným závitem s krátkou délkou závitu

b) šroub s válcovaným závitem s dlouhou délkou závitu

c) šroub Helix (spirálovitá šroubovice)

d) šroub s protiúnavovým dříkem

Nové typy šroubů hlavy válců: prvotřídní kvalita pro lehké motory.

Teplotní roztažnost lehkých motoru konstruovaných jako

- hliníková hlava válců a kliková skříň ze šedé litiny
- hlava válců a kliková skříň z hliníku

se liší od teplotní roztažnosti ocelových šroubů hlavy válců. Teplotní roztažnosti ocelových šroubů hlavy válců. Teplotní roztažnost hliníkových komponentů motoru je přibližně dvakrát tak velká jako u šroubů hlavy válců.

Použití lehkých materiálů pro díly motoru a modifikace postupu utahování (viz odstavec 4) jsou důvodem, proč se přednostně používají následující konstrukce šroubů pro přišroubování hlavy válců u moderních konstrukcí motoru.

Šrouby s válcovaným závitem.
Používají se převážně pro motory osobních vozidel. Šrouby s válcovaným závitem mají válcovaný závit na dříku. Šrouby nevyžadují další obrábění. Elastické vlastnosti šroubů s válcovaným dlouhým závitem jsou velmi podobné jako u šroubů s protiúnavovým dříkem, které vyžadují obrábění. Proto se tyto šrouby označují jako nenáročný typ šroubu s protiúnavovým dříkem.

a) Šrouby s válcovaným závitem s krátkou délkou závitu.
Závit je válcován na šroubu pouze do maximální délky spojení závitu. Horní závity nesou nejvyšší objem sil, a proto u nich běžně dochází k trvalé plastické deformaci.

b) Šrouby s válcovaným závitem s dlouhou délkou závitu.
Tyto šrouby mají velmi dlouhou část se závitem, která běžně končí až pod hlavou šroubu. Zde se projevuje elastické a plastické prod lou žení šroubu během utahování a během provozu motoru. Konstrukce s dlouhým závitem zvyšuje elasticitu, zajišťuje rovnoměrné namáhání dříku a dává šroubu dostatečnou kapacitu pro plastickou deformaci a zajišťuje tak vysokou životnost celého systému utěsnění hlavy válců.

c) Šrouby Helix (spirálová šroubovice).
Šrouby Helix jsou šrouby, na kterých je válcován hrubý jednoduchý nebo vícenásobný závit jako spirála. Tato spirála zvyšuje elasticitu šroubu a zajišťuje také rovnoměrné rozložení namáhání. Elastická deformace šroubů Helix závisí na průměru jádra u zvoleného Helix-profilu – čím menší je průměr, tím více se charakteristika šroubu blíží šroubům s protiúnavovým dříkem.

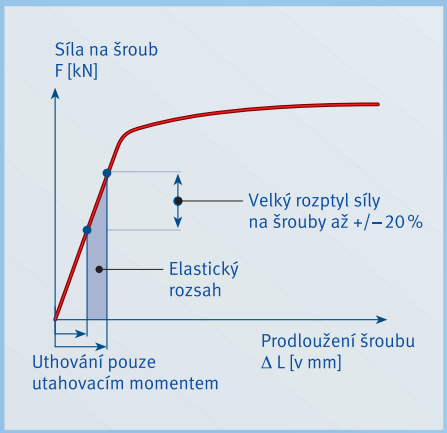
d) Šrouby s protiúnavovým dříkem.
Tato konstrukce šroubů se často používá pro motoru užitkových vozidel a je charakterizována zúženým dříkem šroubu od závitu až skoro pod hlavu šroubu. V důsledku menšího profilu v porovnání se šrouby s plným dříkem se dosahuje vyšší elasticity a plastické deformace. Plastické prodloužení, které je důležité u oprav, se projeví ve zúžené části dříku a neprojevuje se v oblasti závitu.

4. Postup utahování

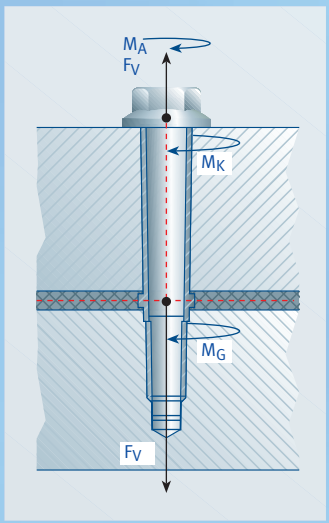
Obrat pro vyšší spolehlivost.

Ve spolupráci s výrobci motorů a dodavateli pro průmysl byly realizovány rozsáhlé testovací a vývojové programy za účelem podstatného zlepšení vlastností těsněných spojů s využitím lepších komponentů motoru a s technikami jako

- Těsnění hlavy válců „Metaloflex®" s vysokým potenciálem stlačení.
- Šrouby hlavy válců se speciální charakteristikou plastické deformace (viz odstavec 3)
- Nové utahovací postupy pro šrouby hlavy válců (viz odstavce 4.2 a 4.3)
- Tyto komponenty zajišťují spolehlivé utěsnění zvláště z hlediska vysoké životnosti.



Elastický rozsah



Síly a hodnoty momentu při utahování

4.1 *Utahování šroubů utahovacím momentem*

Šrouby hlavy válců pro utahování přesně definovaným utahovacím momentem v různém stavu rozsahu elastického prodloužení materiálu šroubu (diagram vlevo dole).

Nevýhody utahování řízeného utahovacím momentem:

1. Když se použije utahovací moment M_A, činí odchylky svěrací síly F_V 20% v důsledku různého třecího momentu pro hlavu (M_K) a závit (M_G) – viz obrázek vpravo dole. Použitím tohoto postupu není možné dosáhnout rovnoměrného rozložení tlaku v rámci celého systému utěsnění.

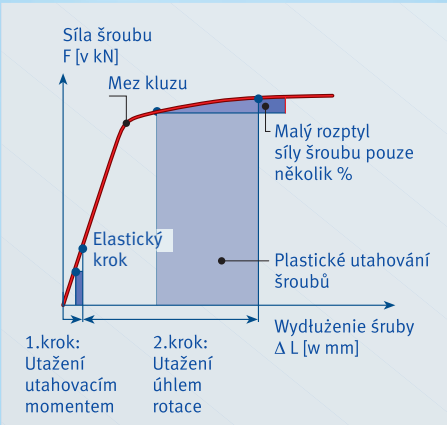
2. Jako výsledek procesu stlačení měkkého materiálu těsnění ve studeném stavu po montáži (= ztráta uzavírací síly) a další ztráty síly při uvedení motoru do provozu, je nutné šrouby utahovat, když motor ujede určený počet kilometrů. Tímto utažením šroubů hlavy válců se však nevyloučí rozptyl sil u jednotlivých šroubů.

Utahování šroubů hlavy válců
s využitím kotouče pro úhel rotace

4.2 *Utahování s využitím utahovacího momentu a úhlu rotace u nové generace motorů*

V tomto postupu se u šroubů hlavy válců vyvolá nejen elastické, ale také plastické prodloužení. Tím se vytvoří podstatné výhody ve srovnání s utahováním šroubů pouze utahovacím momentem.

Popis kombinovaného postupu.
Při procesu utahování s řízeným utahovacím momentem/úhlem se šroub utáhne v první fázi definovaným nízkým utahovacím momentem v elastickém rozsahu křivky charakteristiky šroubu (níže uvedený diagram).



Plastické utahování šroubů

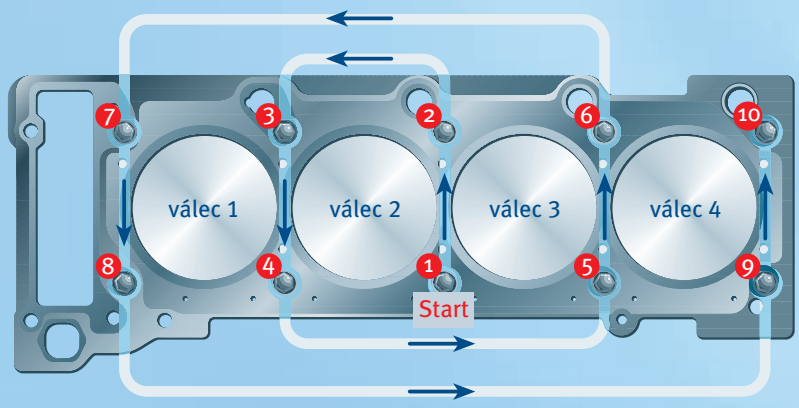
Na konci utahování řízeného utahovacím momentem se šroub dále utáhne o určenou hodnotu úhlu rotace. Tím se materiál šroubu plasticky deformuje za mez kluzu (tento bod je přechodem z elastické do plastické oblasti).

Výhody utahování s úhlem rotace:

1. Ve spojení s novou konstrukcí šroubů dokáže tato metoda utahování podstatně snížit rozptyl svěracích sil u šroubů. Použití úhlu rotace neznamená větší svěrací sílu vyvolanou plastickým prodloužením šroubu, ale znamená, že úroveň sil šroubů je rovnoměrně vysoká u všech šroubů hlavy válců. Toto je důležitým předpokladem pro systém utěsnění bez jakýchkoli úniků.

2. Již není nutné dotahovat šrouby hlavy válců. Toto je umožněno také díly těsněním s kovovou vrstvou, která sesedají pouze nepatrně. Zbývající rozptyl hodnot u šroubů lze zdůvodnit výrobními tolerancemi šroubů a tolerancí pevnosti materiálu.

4. Postup utahování



Pořadí utahování hlavy válců (příklad)

4.3 *Pořadí utahování.*

Šrouby hlavy válců (např. 1 – 10 u 4válcového motoru, jak je znázorněno na výše uvedeném obrázku) je nutné utahovat v přesně definovaném pořadí (viz pokyny výrobce). Stejně jako utahovací moment a utahovací úhel je také pořadí utahování definováno typem motoru a výrobcem těsnění a závisí na individuální konstrukci motoru. Informace pro specifické motory v řadě jazyků – např. pokyny pro utahování – jsou obsaženy u každého těsnění hlavy válců a u každé sady těsnění firmy Elring.

Šrouby se utahují v několika krocích, např.:

- 1.krok 20 Nm (tzn. utáhnout šrouby 1 – 10 utahovacím momentem 20 Nm)
- 2.rok 60 Nm (tzn. utáhnout šrouby 1 – 10 utahovacím momentem 60 Nm)
- 3.krok 90° (tzn. utáhnout ještě jednou šrouby 1 – 10 s úhlem rotace 90°)

Každé pořadí utahování je založeno na následujících pravidlech:
Každý postup utahování šroubu začíná vždy ve středu motoru (mezi válcem 2 a 3 – viz příklad), potom utahování postupuje ve spirále nebo do kříže směrem ven do obou stran, až budou utaženy vnější šrouby u válce 1 a u válce 4.

Tento postup zaručuje, aby byla hlava válců a těsnění hlavy válců optimálně upevněno ke klikové skříni.

Pokud se nebude postupovat podle těchto pokynů, může vzniknout nežádoucí a nepravidelné pnutí a deformace, což může vést k roztržení komponentů motoru.
Následky: V systému utěsnění hlavy válců mohou vznikat úniky.

5. Profesionální opravy

Spolehlivost na 100% zaručují pouze nové šrouby hlavy válců.

Nové generace motorů mají lepší systém utěsnění, který je přizpůsoben ke konstrukci motoru. V tomto systému hrají hlavní roli šrouby hlavy válců (viz odstavce 1 – 4).

Plasticky prodloužený a zúžený šroub hlavy válců

Šrouby hlavy válců mohou být plasticky protaženy o několik milimetrů oproti původnímu stavu díky

- použití nového postupu utahování, tedy utahovací moment plus úhel rotace (= plastické prodloužení šroubu), jakož i
- moderním konstrukcím motoru, využitím párování materiálů hliník – hliník (= případné plastické prodloužení v okamžiku, když se motor při provozu zahřeje).

Prodloužení šroubů neznamená pouze změnu silových a roztažných vlastností materiálu šroubu, ale také snižuje průřez šroubu. Pokud se šroub znovu použije, vzniká nebezpečí, že následující síly působící na šroub nemůže šroub vydržet v důsledku menšího průřezu. Výsledkem je roztržení šroubu.

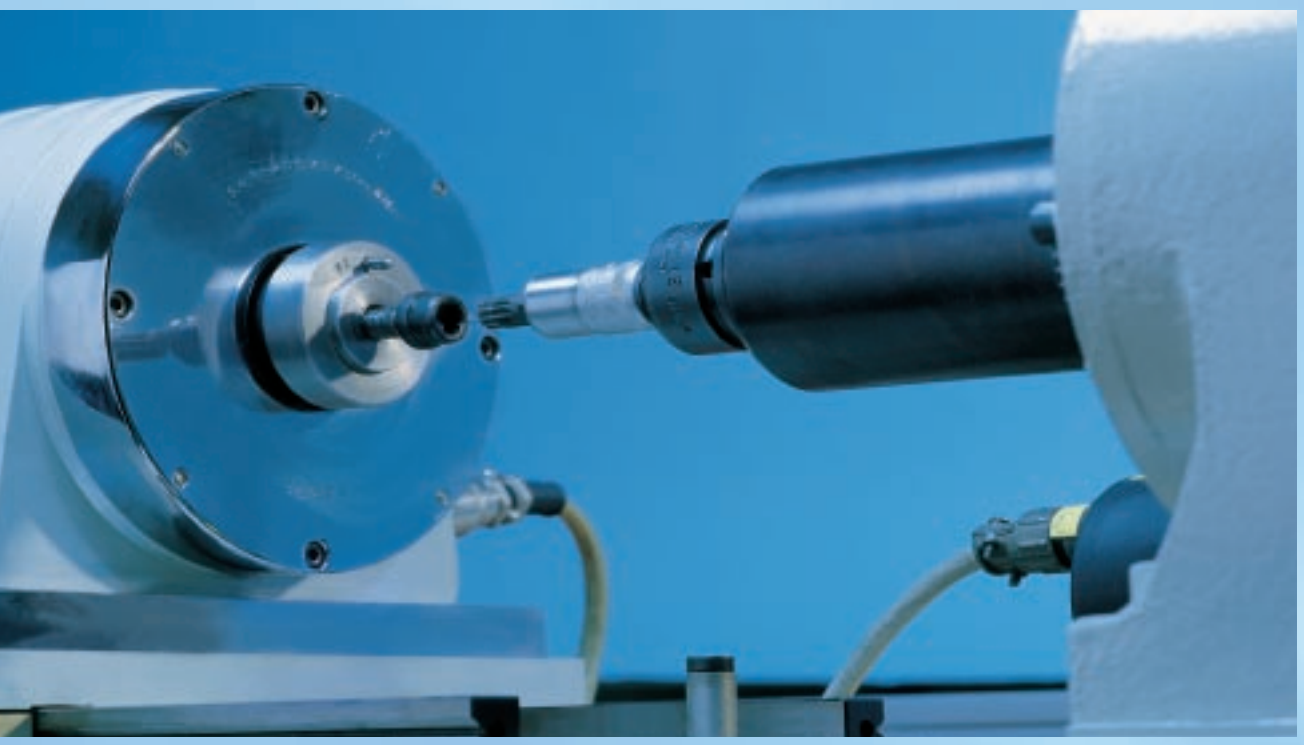
Studie ukázaly, že u šroubu M10 se střední pevností 10.9 může dovolené zatížení klesnout o 10 – 15% a průměr se sníží o téměř 0,3 mm.

Těsnění je potom stlačeno nedostatečnou silou a během krátké doby může docházet k úniku. Proto je u profesionálních oprav systému těsnění hlavy válců nutné dodržovat následující pokyny výrobce motoru a těsnění:

- Používejte pouze nové šrouby hlavy válců a nové těsnění hlavy válců.
- Dodržujte utahovací moment a úhel rotace utažení.
- Postupujte při utahování podle určeného pořadí.
- Zajistěte, aby veškeré díly motoru byly čisté a nevykazovaly deformace.
- Zajistěte, aby montáž prováděli pouze vyškolení specialisté.
- Používejte jen vysoce kvalitní nářadí.

Optimální upnutí a dobré utěsnění je možné pouze při dodržení výše uvedených pokynů. U již jednou použitých šroubů došlo k plastickému prodloužení a šrouby již nesmějí být použity. Tímto způsobem lze zamezit nežádoucím následkům jako jsou úniky a z nich vyplývající náklady na opravy rozmrzelým zákazníkům a ztrátě image opravny.

6. Testování kvality



Testovací stolice šroubů – spolehlivý test pro určení křivky charakteristiky šroubu

Testovaná spolehlivost.

Každý model motoru má určité požadavky na šrouby hlavy válců, tyto požadavky musí být splněny pro zaručení správné funkce systému utěsnění.

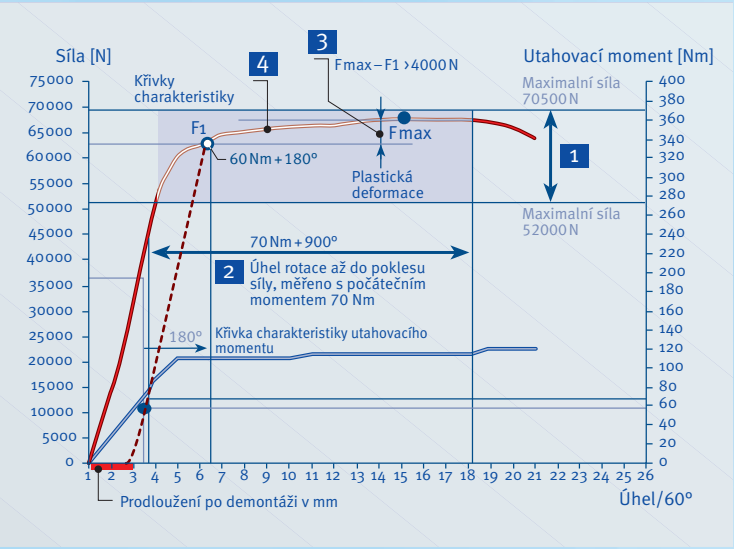
Z těchto důvodů jsou pro každý typ šroubu přesně sledovány jejich výkresy, testovací zprávy týkající se prvních vzorků a různé chemické a rozměrové protokoly.

Než dojde ke schválení typu šroubu, jsou prováděna pravidelná měření na testovacích stolicích šroubů, tím je zaručeno splnění veškerých standardů kvality.

Vytváření křivek charakteristik šroubů na testovací stolici šroubů.

V testu je šroub utahován nad úroveň specifikovanou v utahovacím postupu (v tomto případě utahovací moment 60 Nm plus úhel rotace 180°), a tak se získá podrobná a reprezentativní křivka charakteristiky šroubu. Křivky charakteristiky zaznamenává během procesu utahování je hodnocena podle následujících kritérií (1 – 4):

1. Síla šroubu F_1 dosažená po utažení specifikovaným utahovacím momentem a dotažením o příslušný úhel rotace (v tomto případě 60 Nm + 180°) musí ležet v rámci definovaného rozsahu sil mezi minimální a maximální silou (10 N ~ 1 kg).



Křivka charakteristiky šroubu

2. K dosažení pro aplikaci specifikovaného utahovacího momentu (v tomto případě 70 Nm) musí být šroub otočen minimálně o další dvě rotace (úhel rotace 90°, v závislosti na výrobci). Z toho nesmí vyplývat podstatný pokles síly šroubu.
3. Rozdíl mezi změřenou maximální silou F_{MAX} a silou po utažení F_1 musí být větší než hodnota určená výrobcem (v tomto případě 4000 N).
4. Křivka charakteristiky šroubu (červená – žlutá) musí sledovat křivku zakreslenou při utažení. Nesmí vykazovat žádné skoky nebo jiné odchylky.

Splnění těchto čtyř důležitých kritérií pro testování šroubu na testovací stolici, jakož i zprávy o dodržení rozměrů a odolnosti vůči chemickým vlivům zajišťují, že testovaný typ šroubu má potenciál pro spolehlivé utěsnění motoru.

Pro doplnění křivky charakteristiky zakreslené v obrázku je v levém dolním rohu znázorněno trvalé prodloužení šroubu po jeho vyjmutí z testovací stolice. Když se šroub uvolní, přesune se křivka charakteristiky z hodnoty F_1 podle červené čárkované čáry směrem dolů. Červená část odpovídá trvalému prodloužení šroubu po jeho demontáži.

7. Technické podrobnosti

Příklad:

M10 x 140 x 1,5 vnitřní šestihran 10.9

Jmenovitý průměr (v mm)
např. M10, M11, M12, M16

Jmenovitá délka (v mm)

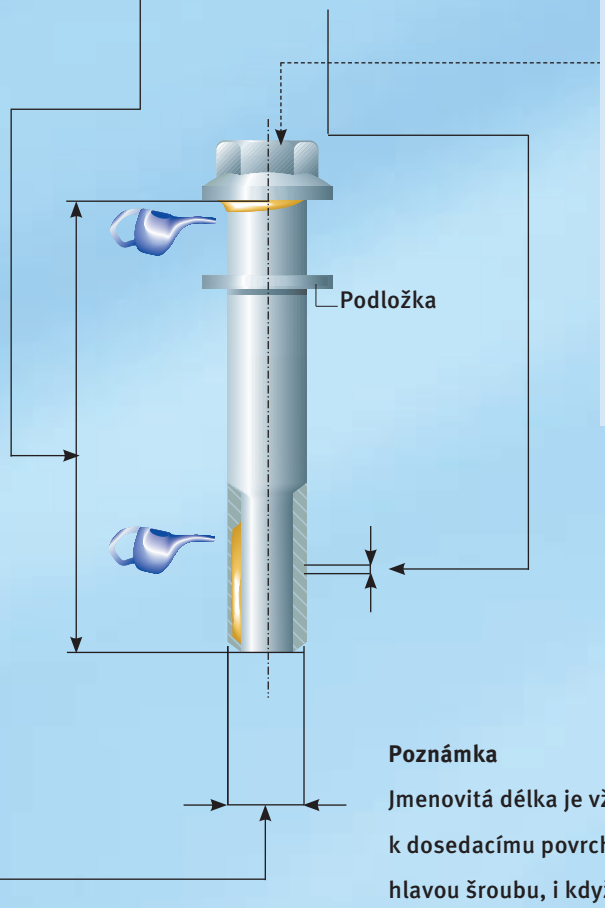
Stoupání závitu (v mm)
tzn. délka zasunutí závitu po jedné otáčce šroubu (v mm), např. 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2

Profil závitu
Metrický závit ISO
Speciální konstrukce:
Jemný závit, pilovitý závit, závit Whitworth

Třída pevnosti

např.	8.8	10.9	12.9
	=	=	=
Pevnost v tahu v N/mm²	800	1000	1200
Mez trvalé deformace v N/mm²	640	900	1080

Tvar hlavy šroubu (označovaný jako „drive“)



Poznámka
Jmenovitá délka je vždy měřena k dosedacímu povrchu pod hlavou šroubu, i když není použita podložka.

Tip pro montáž
Před zahájením montáže je nutné potřít olejem dosedací povrch hlavy šroubu a závit, aby nevznikaly příliš velké třecí momenty a aby byla dosažena požadovaná upínací síla šroubu.

8. Balení

Šrouby hlavy válců – baleny bezpečně.

Pro nás je mimořádně důležité, aby šrouby hlavy válců byly bezpečně baleny tak, aby se dostaly k Vašim zákazníkům v otestované kvalitě a nepoškozeny. Z těchto důvodů jsou správné šrouby hlavy válců vybrány pro motor a potom jsou baleny do skládacích krabiček z ekologického materiálu. Díky použití individuálních vložek je možné balit přibližně 95% z více než 200 typů šroubů s jejich veškerými délkami a průměry pouze do krabičky jedné velikosti, což značně zjednodušuje jejich skladování.

Toto řešení obalové techniky nabízí špičkovou ochranu a zjednodušuje logistiku, šrouby i přitom zachovají své požadované funkční vlastnosti tak, aby splnily požadavky Vašich zákazníků.

Integrovanou součástí naší firemní politiky je zajištění dodávek s identickou kvalitou výrobků a se špičkovým servisem pro naše zákazníky na celém světě – toto je také základní podmínkou pro konstruktivní spolupráci s našimi zákazníky.

LORENZ COMPANY

Zde uvedené údaje – z dlouholetých zkušeností a poznatku – nezaručují žádný nárok na úplnost.
Tyto informace nemohou být k nárokování náhradu škody. Montáž všech náhradních dílu provádejte jen vyškolenými odborníky.
Změny v spektrum energie a technické změny vyhrazeny. Změny v tisku vyhrazeny.

ElringKlinger AG | Oddělení náhradních dílů
Max-Eyth-Straße 2 | D-72581 Dettingen/Erms
Tel. ++49 (0)71 23/724-622 | Fax ++49 (0)71 23/724-609
elring@elring.de | www.elring.de

0804

Das Original