



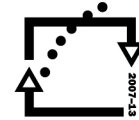
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo:

CZ.1.07/1.1.08/03.0009

Protokol měření

Kontrola a měření závitů

Tolerování závitů

Řetězec norem, které se zabývají závitů, zahrnuje následující články:

- jmenovitý profil, jmenovité rozměry,
- tolerance,
- systém kontroly a tolerance kontrolních kalibrů.

Nejběžnějším typem závitu je závit metrický, jehož jmenovitý profil má tvar trojúhelníku. Veškeré rozměry profilu závisí na rozteči P. Výšku H základního trojúhelníku je možno určit dle vztahu:

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} P$$

Norma PN-ISO 724 se zabývá definováním jmenovitých rozměrů metrických závitů, tj. d, d1, d2 pro vnější závit a D, D1 a D2 pro vnitřní závit.

Tolerance metrických závitů jsou určeny v normě PN-ISO 965. Soustava toleranci metrických závitů se opírá o tolerování dvou průměrů závitů a to d2 a d u vnějších závitů a D2 a D1 u vnitřního závitu. Jsou stanoveny různé třídy tolerancí, na nichž závisí tolerance průměrů. Tolerance vrcholového průměru závitu (d a D1) závisí na třídě toleranci a rozteči P. Tolerance středního průměru závitu (d2 a D2) závisí kromě třídy tolerance a hodnoty rozteče rovněž na jmenovitém průměru.

Základní odchylka určuje polohu tolerančního pole závitů a závisí jen na rozteči závitů. Byly určeny následující polohy tolerančních polí:

- pro vnitřní závit: G, H,
- pro vnější závit: e, f, g, h.

Hodnota základní odchylky se vztahuje ke všem průměrům závitů, tj. D, D1, D2 popř. d, d1, d2. To znamená, že jmenovitý profil závitů je rovnoměrně posunut do plusu pro vnitřní závit a do minusu pro závit vnější.

Průměry závitů jsou tolerovány přímo. Tolerance rozteče a bočního úhlu se neurčují přímo, ale skutečný profil závitů se musí vejít do tolerančního pole na předpokládané délce zašroubování.

Jsou určeny tři normalizované délky zašroubování označené:

- S (krátká)
- N (střední)
- L (dlouhá).

Třída a poloha tolerance určuje toleranční pole závitů. Obecně toleranční pole středního (d2, D2) a vrcholového průměru (d, D1) mohou být různé. Doporučuje se, aby dle možnosti toleranční pole pro oba průměry byla stejná. Doporučená toleranční pole pro vnitřní a vnější metrické závity viz **tab.**

Doporučená toleranční pole pro vnitřní závity

Třída závitů	Poloha tolerančního pole G			Poloha tolerančního pole H		
	S	N	L	S	N	L
přesný	-	-	-	4H	5H	6H
středně přesný	(5G)	6G	(7G)	5H	6H	7H
hrubý	-	(7G)	(8G)	-	7H	8H

Doporučená toleranční pole pro vnější závity

Třída závitů	Poloha tolerančního pole e			Poloha tolerančního pole f			Poloha tolerančního pole g			Poloha tolerančního pole h		
	S	N	L	S	N	L	S	N	L	S	N	L
přesný	-	-	-	-	-	-	-	(4g)	(5g4g)	(3h4h)	4h	(5h4h)
středně přesný	-	6g	(7e6e)	-	6f	-	(5g6g)	6g	(7g6g)	(5h6h)	6h	(7h6h)
hrubý	-	8e)	9e8e)	-	-	-	-	8g	(9g8g)	-	-	-

Příklad označení závitů:
M6 x 0,75 – 7g6g – L

závit vnější jemný, jmenovitý průměr 6 mm, rozteč $P=0,75$ mm, toleranční pole středního průměru 7g, toleranční pole vrcholového průměru 6g, délka zašroubování L – dlouhá.

Kontrola závitů

Kontrola závitů vnějších

Druhy kontroly:

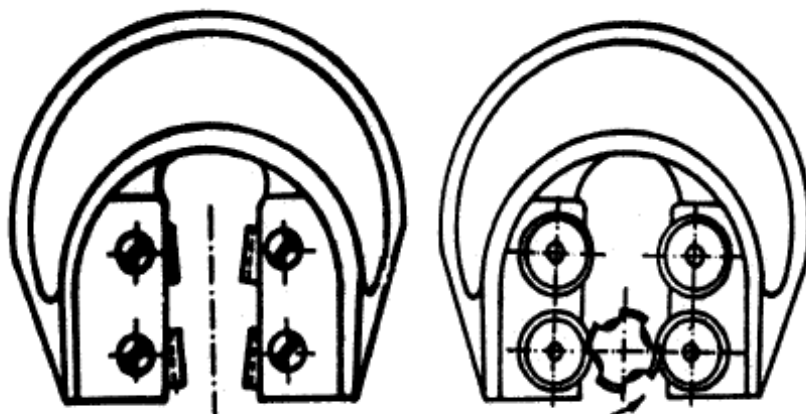
- komplexní kontrola (závit je kontrolován jako celek – nelze vyhodnotit skutečné rozměry závitů, nýbrž jen dodržení předepsané tolerance),
- dílčí kontrola (jsou kontrolovány jednotlivé parametry závitů samostatně).

Komplexní kontrola

- kontrola se provádí pomocí pevných závitových kroužků
- nebo pomocí třmenových závitových kalibrů hřebínkový, rolničkový viz **obr.**

Dobrý závitový kroužek se musí dát lehce šroubovat (dobrá strana závitového třmenového kalibru musí lehce přejít vlastní hmotnosti) kontrolovaným závitem, tím je zaručeno, že střední průměr závitů d_2 nepřekročil horní mezní rozměr a že chyby rozteče P a úhlu boků závitů jsou vyrovnány příslušným zmenšením d_2 .

Hřebínkový a rolničkový kalibr

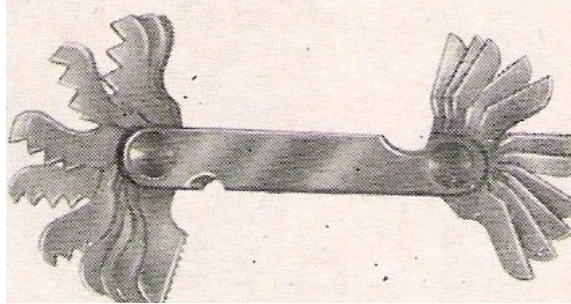


Kontrola rozteče P

Rozteč závitu P – axiální pohyb středu závitového boku vztážený k ose závitu odpovídající jedné celé otočce tohoto bodu.

Kontrola pomoci závitových hřebínkových šablon

- rychlá kontrola informativního charakteru.

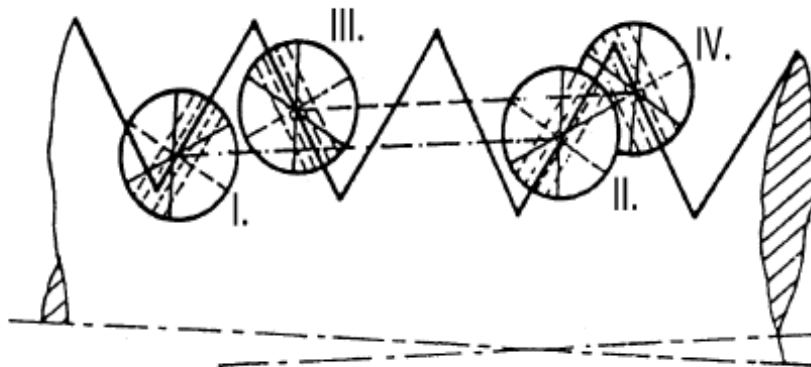


Kontrola pomoci dílenské (univerzálního) mikroskopu

- v mikroskopu se nastaví stínový obraz závitu
- střed nitkové kříže se nastaví na jeden bok závitu a odečte se příslušná hodnota
- v podélném směru se přesune stínový obraz na druhý bok a opět se načte hodnota

$$2P = \frac{(II - I) + (IV - III)}{2}$$

- rozdíl čtení odpovídá rozteči kontrolovaného závitu (princip měření je patrný z **obr.**).



- je možno použít přesných závitových nožíků, které se přikládají těsně k profilu závitu.

Kontrola středního průměru d_2

- kolmý rozdíl středů boků závitu.
- kolmý rozdíl dvou rovnoběžných boků závitu (pro symetrický profil).

Kontrola třídrátkovou metodou

- jde o normalizovanou metodu
- pro danou rozteč P se vyberou drátky příslušného průměru d_d (jsou tabelizovány)
- průměr drátků d_d je možno vypočítat dle vztahu:

$$d_d = \frac{P}{2 \cos(\alpha / 2)}$$

- délkovým měřidlem – talířkový mikrometr, se změří rozměr přes drátky M_{d2}
- vztah pro výpočet středního průměru d_2 :

$$d_2 = M_{d2} - d_d \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right) + \frac{P}{2} \cot g \frac{\alpha}{2} - k_1 + k_2$$

kde:

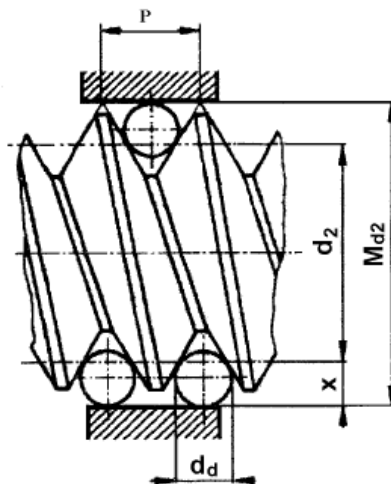
k_1 ... korekce zohledňující úhel stoupání šroubovice ($k_1=1-2 \mu\text{m}$),

k_2 ... korekce zohledňující měřicí tlak,

- hodnoty korekce jsou tabelizovány.
- na základě znalosti M_{d2} určíme střední průměr závitu d_2 :

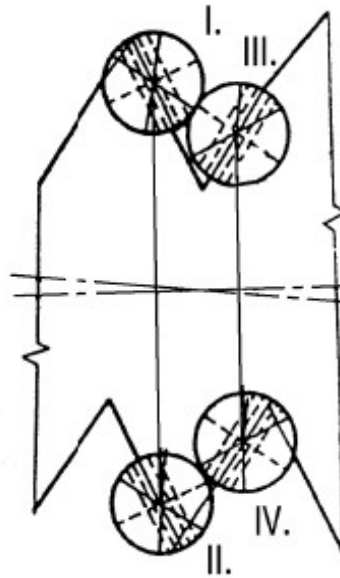
$$d_2 = M_{d2} - 2x$$

kde: hodnota $2x$ vypočtena z geometrických vztahů je tabelizována.



Kontrola pomoci dílenské (univerzálního) mikroskopu

- kontrola se provádí buď metodou stínového obrazu, nebo pomocí závitových nožíků
- na dva proti sobě ležící boku závitů se nastavuje průsečík nitkového kříže mikroskopu
- rozdíl posunutí v příčném směru odpovídá hodnotě středního průměru
- pro eliminaci vlivu odchylky souososti osy středících důlků a osy závitového profilu měříme průměry na protilehlých bocích závitů

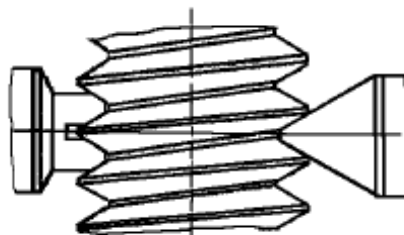


- hodnota středního průměru d_2 je aritmetický průměr z obou měření - určí ze vztahu:

$$d_2 = \frac{(II - I) + (IV - III)}{2}$$

Kontrola pomoci mikrometru s vyměnitelnými doteky

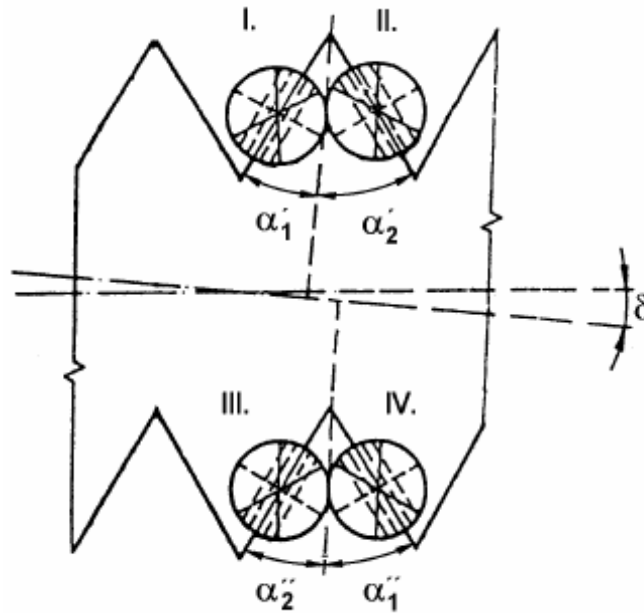
- doteky jsou vyměnitelné pro různý vrcholový úhel a rozteč závitů
- mikrometry se nastavují nastavitelnými měrkami nebo pomocí závitových kalibrů
- hodnota d_2 je nepříznivě ovlivněna chybou úhlu boku závitů (cca 0,01 - 0,2 mm).



Kontrola vrcholového úhlu závitu

Kontrola pomocí dílenské (univerzálního) mikroskopu

- používá se hlavice s úhlovým okulárem (s přesností na minuty),
- do zorného pole se nastaví stínový obraz závitového profilu,
- jedna ryska v tomto obrazu se ztotožní s příslušným bokem závitu,
- při měření musí být osa středících důlků totožná s osou závitu,
- chyba špatného nastavení se vyloučí měřením úhlů rovněž na protější straně závitu



platí:

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_1' + \alpha_1''}{2} \quad \alpha_2 = \frac{\alpha_2' + \alpha_2''}{2} \quad \alpha = \alpha_1 + \alpha_2$$

- u závitů s větším úhlem stoupání šroubovice nevidíme z důvodu prostorového zakřivení šroubové plochy ostrý obraz závitu
- pro přesné měření je možno použít závitové nožíky v osovém řezu, které se nechají dosednout na bok závitu
- nožíky mají na čelní ploše vyryty přesné rysky (ve vzdálenosti 0,3 nebo 0,9 mm), které se ztotožňují s ryskami, které vidíme v okuláru mikroskopu
- při použití mikroskopu s revolverovou hlavici, kde jsou na skleněné destičce vyryty přesné profily závitů (metrický, Whitworthův atd.), můžeme kontrolovat rovněž zaoblení, sražení atd.

Kontrola vnitřních závitů

Možnosti kontroly parametrů vnitřního závitu jsou omezené a u malých závitů (pod 10 mm) nemožné. Často je jedinou možností použití závitových kalibrů.

Kontrola rozteče závitu

- kontrolu rozteče vnitřních závitů větších průměrů je možno provést na měřicím mikroskopu opatřeném upravenou hlavicí tak, že optická osa tvoří úhel 90°
- kontrolovaný závit se promítá v zorném poli okuláru
- osa vložené části, která se vsune do závitové části, musí být rovnoběžná s osou měřeného závitu.

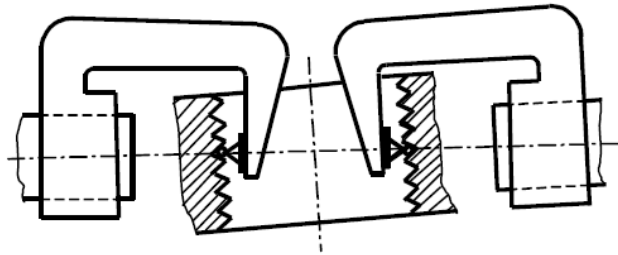
Kontrola vrcholového úhlu

- kontrolu je možno provést obdobně jako rozteče na mikroskopu se speciálně upravenou hlavicí
- většinou přímé měření je velmi obtížné
- pokud je nutno provést tuto kontrolu provádí se nepřímou - otiskovou metodou (kontrola se provede na otisku kontrolovaného závitu).

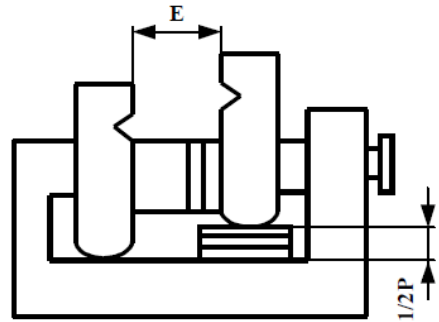
Kontrola středního průměru

- u větších průměrů se používají mikrometrické odpichy opatřené závitovými vložkami
- přesnější kontrolu je možno provést na universálním délkoměru s nastavnými rameny pro vnitřní měření s vyměnitelnými kulovými doteky
- kontrolovaná součást je volně uložena na pohyblivém stolku, ramena se nastaví na požadovaný rozměr pomocí přípravku, koncových měrek a šablon s profilem kontrolovaného závitu
- dle tabulek se určí vzdálenost **E** a nastaví pomocí koncových měrek
- na tuto vzdálenost se seřídí počáteční poloha doteků, která odpovídá jmenovité hodnotě středního průměru **D₂**
- jedna ze šablon je posunuta o polovinu rozteče závitu (schéma měření a seřízení doteků)

Kontrola středního průměru matice:



princíp kontroly



nastavení ramen

Zadání měření:

Proveďte kontrolu středního průměru přiloženého šroubu:

M 10 x 1,5 – 7g

Měření provedeme třídrátkovou metodou:

Postup při měření:

- Jmenovitý průměr **10 mm**
- Rozteč závitu **1,5 mm**

Z následující tabulky určíme:

- průměr drátků **0,895**
- rozměr přes drátky M **10,414**



Metrický závit řady A			
D	s	d _D	M
1	0,25	0,17	1,133
2	0,4	0,25	2,145
3	0,5	0,29	3,113
4	0,7	0,455	4,305
5	0,8	0,455	5,153
6	1	0,62	6,346
7	1	0,62	7,345
8	1,25	0,725	8,282
10	1,5	0,895	10,414
12	1,75	1,1	12,65
14	2	1,35	15,021
16	2	1,35	17,021
18	2,5	1,65	19,164
20	2,5	1,65	21,163
22	2,5	1,65	23,163
24	3	2,05	25,606
27	3	2,05	28,605
30	3,5	2,05	30,848

D – Ø závitů

s – stoupání závitů

d_D – síla drátků

M - Ø závitů přes drátky

Popis měření:

Drátky vložíme do závitů tak, že jeden drátek vložíme do závitů na jedné straně a další dva na protilehlé straně závitu. (viz obr.)

- Rozměr mezi drátky měříme talířovým mikrometrem.
- Naměřené hodnoty zpracujeme do tabulky:

měření č.	naměřená hodnota	úchylka	kvadratická úchylka	
1.	10,41	mm	0,01	0,000100
2	10,42	mm	0,00	0,000000
3	10,42	mm	0,00	0,000000
4	10,41	mm	0,01	0,000100
průměr	10,42	mm	suma	0,000200

Stanovení přesnosti měření:

$$U = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_k^2}{n \cdot (n-1)}}$$

$$U = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_k^2}{n \cdot (n-1)}} = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{0,002}{4 \times 3}} = \pm 0,008607 \text{ mm}$$

Závěr:

Naměřený průměr přes drátky činní -
 $\phi 10,42 \pm 0,0086 \text{ mm}$ což vyhovuje