



Česká metrologická společnost, z.s.

Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1

tel/fax: 221 082 254

e-mail: cms-zk@csvts.cz

www.csvts.cz/cms

Kalibrační postup

KP 1.1.6/04/20

ZÁVITOVÝ TRŤMENOVÝ KALIBR

Praha
listopad 2020

Vzorový kalibrační postup byl revidován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2020

Číslo úkolu: VII/2/20

Zadavatel: Česká republika – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, organizační složka státu

Řešitel: Česká metrologická společnost, z.s.

© ÚNMZ, ČMS

Neprodejné: Metodika je volně k dispozici na stránkách ÚNMZ a ČMS. Nesmí však být dále komerčně šířena.

1 Předmět kalibrace

Tento kalibrační postup je určen pro kalibraci porovnávacích seřizovacích trnů (dále trnů) k nastavení mezních závitových třmenových kalibrů (dále kalibrů) s průměrem metrického závitu od 3 mm do 100 mm, profilových měřicích kroužků (dále kroužků) dobrých a zmetkových mezních závitových třmenových kalibrů a pro vlastní nastavení mezních závitových třmenových kalibrů s průměrem metrického závitu od 3 mm do 100 mm. Kalibrace popsaná v tomto postupu se týká jak prvotní kalibrace v dané organizaci (dále označované jako PK), tak i rekalibrace trnů a nastavení kalibrů v pravidelných časových intervalech během jejich používání (dále označované jako RK).

2 Související norma a metrologické předpisy

TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[1]
EA 4/02	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[2]
PNÚ 1100.0	Československé schéma nadváznosti meradiel dĺžky (jen jako literatura)	[3]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení	[4]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří	[5]
ČSN 25 4045	Závitová měřidla. Mezní závitové třmenové kalibry. Závit metrický průměru od 3 mm do 100 mm	[6]
ČSN 25 4046	Závitová měřidla. Porovnávací trny k nastavení mezního závitového třmenového kalibru. Závit metrický průměru od 3 mm do 100 mm	[7]
ČSN ISO 1502	Metrické závity ISO pro všeobecné použití - Kalibry a kontrolování kalibry	[8]
ČSN ISO 68-1	Závity ISO pro všeobecné použití - Základní profil - Část 1: Metrické závity	[9]
ČSN ISO 261	Metrické závity ISO pro všeobecné použití - Přehled	[10]
ČSN ISO 965-1	Metrické závity ISO pro všeobecné použití - Tolerance - Část 1: Zásady a základní data	[11]
ČSN ISO 965-2	Metrické závity ISO pro všeobecné použití - Tolerance - Část 2: Mezní rozměry vnějších a vnitřních závitů pro všeobecné použití - Střední jakost tolerance	[12]
ČSN ISO 965-3 Opr. 1	Metrické závity ISO pro všeobecné použití - Tolerance - Část 3: Úchylky závitů	[13]
ČSN 254108	Měření závitů měřicími drátky	[14]
ČSN 254610	Závitová měřidla. Měřicí drátky	[15]

3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci závitových třmenových kalibrů je dána v příslušném předpisu organizace. Příslušní pracovníci musí být seznámeni a proškoleni s tímto postupem a musí mít záznam o školení. Doporučuje se certifikace odborné způsobilosti těchto pracovníků.

4 Názvosloví, definice

Pojmy a definice jsou obsaženy v příslušných normách uvedených v čl. 2 a v publikacích pojednávajících o metrologické terminologii.

5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení pro kalibraci

- Třmenový mikrometr s rovinnými doteky digitální,
- stojánek na mikrometr,
- měřicí drátky ČSN 25 4610 s příslušenstvím,
- universální délkoměr,
- universální mikroskop,
- profilprojektor,
- průměrná deska,
- dotykový tělískový teploměr s hodnotou dílku 0,1 °C až 0,2 °C a s rozsahem do 30 °C,
- monitorovací zařízení teploty a vlhkosti prostředí laboratoře např. termohygrograf,
- sada plochých klíčů (6 až 13),
- sada šroubováků,
- odmagnetovací přístroj,
- lupa se zvětšením 6x až 8x,
- prostředky na čištění a drobné opravy (lékařský benzin, miska, vlasový štětec, lněná utěrka, jelenice, jemný smirkový a lapovací papír, speciální keramický brousek, lapovací pasta, ultrazvuková pračka atd.),
- konzervační prostředky (vodoodpudivá vazelína),
- bavlněné nebo jelenicové rukavice.

6 Obecné podmínky kalibrace – referenční podmínky

Kalibrace trnů, kontrola kroužků a nastavení kalibrů se provádí za těchto referenčních podmínek:

- Teplota prostředí: 20 °C ± 1 °C,
- změna teploty vzduchu za hodinu: max. 0,2°C,
- relativní vlhkost vzduchu: 40 % až 75 % relativní, antikoroziní prostředí,
- před vlastní kalibrací se musí předmět kalibrace (trn a kalibr) s příslušným etalonem (kalibračním zařízením) temperovat v laboratoři na referenční teplotu 20 °C s přípustnou tolerancí ± 1°C,
- sleduje se průběh změny teploty temperování během kalibrace trnu s etalonem (kalibračním zařízením) v toleranci ±1 °C od referenční teploty 20 °C. Kontrola kroužků a nastavení kalibru musí probíhat za stejných podmínek jako kalibrace,

- sleduje se vlhkost vzduchu během kalibrace například termohygrografem nebo vlhkoměrem pro měření relativní vlhkosti s rozsahem do 100 %.

7 Rozsah kalibrace

Odpovídá požadavkům uvedeným v odstavci 1.

8 Kontrola dodávky a příprava

Kalibry a trny se převezmou dle platných metrologických předpisů organizace a platných předpisů kalibrační laboratoře (ve vztahu k normě ČSN EN ISO/IEC 17025:2005). Při převzetí se dbá na čistotu kalibrů. Proveďte se kontrola celkového stavu, to znamená, že se zjišťují viditelné vady a mechanická poškození a dále se provede kontrola předepsaného označení dle normy ČSN 25 4045, výrobního čísla příp. evidenčního čísla při rekalibraci. Při zjevném poškození držitele ihned upozorníme.

Kalibry a trny zkontrolujeme dle dodacího listu nebo jiného dokumentu (počet kusů, jmenovitý průměr a toleranční značku, jejich popis s označením dle normy ČSN 25 4045. Proveďte se vizuální kontrola profilových měřicích kroužků, ostatních částí kalibru a porovnávacích seřizovacích trnů pro dobré a zmetkové závitové třmenové kalibry, zda není na první pohled patrné mechanické poškození. Po předběžné kontrole se kalibry a trny důkladně očistí od konzervační vazelíny lékařským benzinem, vlasovým štětcem a oťrou se lněnou utěrkou. V případě potřeby se odmagnetují, vyperou se v ultrazvukové pračce a poté se rozloží na průměrnou desku za účelem temperace před prvotní kalibrací. Pokud stav neodpovídá předem stanoveným požadavkům, objednatel provede reklamační řízení dle platné legislativy.

9 Postup kalibrace

- Příprava měřidla ke kalibraci,
- kalibrace metrologických parametrů,
- stanovení chyby u jednotlivých metrologických parametrů včetně vyjádření nejistoty měření při kalibraci,
- vyhodnocení výsledku kalibrace,
- závěr kalibrace.

9.1 Příprava měřidla ke kalibraci

- Proveďte se kontrola délky závitu porovnávacího seřizovacího trnu pro dobrý závitový třmenový kalibr, která musí odpovídat délce profilového měřicího kroužku dobrého závitového třmenového kalibru,
- provede se kontrola profilového měřicího kroužku zmetkového závitového třmenového kalibru, který se nesmí dotýkat více než dvou boků závitu. U kalibrů pro jemná stoupání nesmí být tyto boky od sebe dále než tři rozteče závitů,
- provede se kontrola porovnávacího seřizovacího trnu pro zmetkový závitový třmenový kalibr, který musí mít nejméně tři stoupání závitu. Počítají se celá stoupání. Tři stoupání jsou nezbytná pro třídrátkovou metodu měření,
- provedeme celkové očištění měřidla lékařským benzinem,

- korozi napadené nefunkční plochy očistíme jemným lapovacím papírem,
- naražené hrany funkčních ploch profilu závitu se opraví brouskem nebo lapovacím kamenem,
- kalibr a trn opětovně očistíme lékařským benzinem a lněnou utěrkou nebo v ultrazvukové pračce,
- kalibr odmagnetujeme a položíme na průměrnou desku temperovat.

9.2 Kalibrace metrologických parametrů

Před měřením se kalibry a trny temperují na průměrné desce na referenční teplotu, viz. čl. 6. Vhodné kalibrační zařízení pro vlastní kalibraci kalibrační laboratoř volí s ohledem na toleranční pole a na požadovanou spjatou nejistotu měření při kalibraci.

9.2.1 Kontrola profilových měřicích kroužků dobrého třmenového závitového kalibru.

Profil závitu kroužku je znázorněn na str. 18, obrázek 6 v normě ČSN ISO 1502. Měření tvaru profilu závitu závisí na přístrojovém vybavení kalibrační laboratoře. Pro měření lze použít měřicí mikroskop, profilprojektor nebo jen závit porovnat s kalibrovanou speciální závitovou šablonou. Na profilu závitu se měří rozteč P , rozměr b_1 – šířka zápichu u velkého průměru závitového kalibru s úplným profilem, úhel boků závitu. Naměřené hodnoty se porovnají s uvedenými hodnotami na str. 18, tabulka 2 a na str. 25, tabulka 6 uvedené normy.

9.2.2 Kontrola profilových měřicích kroužků zmetkového třmenového závitového kalibru.

Profil závitu kroužku je znázorněn na str. 20, obrázek 8 v normě ČSN ISO 1502. Měření tvaru profilu závitu závisí na přístrojovém vybavení kalibrační laboratoře. Pro měření lze použít mikroskopu, profilprojektoru nebo jen závit porovnat s kalibrovanou speciální závitovou šablonou. Na profilu závitu se měří rozteč P , rozměr b_3 – šířka zápichu u velkého a malého průměru závitového kalibru se zkráceným profilem, úhel boků závitu. Naměřené hodnoty se porovnají s uvedenými hodnotami na str. 21, tabulka 3 a na str. 25, tabulka 6 uvedené normy.

9.2.3 Kalibrace středního průměru porovnávacího seřizovacího trnu (dále trnu) pro dobrý a zmetkový závitový třmenový kalibr.

Střední průměr trnu se zjišťuje pomocí měřicích drátků ČSN 25 4610 mechanicky třídrátkovou metodou nebo opticky na mikroskopu. Při použití třídrátkové metody se podle stoupání závitu přiřadí průměr drátků. Pro měření středního průměru třídrátkovou metodou lze použít třmenový mikrometr digitální s rovinnými doteky nebo universální délkoměr. Při použití mikrometru se drátky zavěsí na držák měřicích drátků, který se upne na mikrometr. Dvojice měřicích drátků se vloží do u sebe ležících mezer závitu a samostatný drátek do mezery protilehlé, která je v ose dvojice drátků. Zařízením k vymezení stálé měřicí síly (pohyblivým dotekem) se dotlačí drátky do mezer závitu a na displeji mikrometru se odečte naměřená hodnota středního průměru přes drátky, která se zapíše do záznamu o měření. Obdobný způsob měření je při použití universálního délkoměru. Rovinné doteky, upínací hroty a držák měřicích drátků pro třídrátkovou metodu je součástí příslušenství délkoměru. Držák se upevní na pinolu délkoměru, na který se zavěsí drátky. Trn se upevní pomocí upínacích hrotů kolmo k ose doteků délkoměru. Dvojice měřicích drátků se vloží do u sebe ležících mezer závitu a samostatný drátek do mezery protilehlé, která je v ose dvojice drátků. Pohyblivým dotekem odměřovacího systému délkoměru, který vyvozuje stálou měřicí sílu pomocí výměnných závažíček, se dotlačí drátky do mezer závitu. Naměřená hodnota středního průměru přes drátky se zapíše do záznamu o měření. Pokud je délkoměr vybaven PC, je výsledek měření zpracován měřicím softwarem a záznam o měření je výstupem tisku. Měřicí software vyhodnotí z naměřené hodnoty středního průměru přes drátky rovnou hodnotu středního průměru. Měření se opakuje třikrát. Při optickém měření se trn upne pomocí upínacích hrotů do universálního mikroskopu. Dle stoupání závitu se zvolí příslušný revolverový okulár se závitovými šablonami a provede se naklonění sloupu mikroskopu. Závitová šablona v okuláru se nastaví tak, aby se její profil závitu kryl

s profilem závitů kalibrovaného trnu. Odečte se naměřená hodnota a měření se provede na protilehlé straně trnu, přičemž je nutné provést naklopení sloupu na opačnou stranu. Opět se odečte naměřená hodnota. Rozdíl mezi těmito hodnotami je hodnota středního průměru závitů.

9.2.4 Seřízení dobrého závitového třmenového kalibru.

Dobrym závitovým třmenovým kalibrem se kontroluje horní mezní rozměr středního průměru v osové rovině, který v sobě zahrnuje chyby rozteče a úhlu boku závitů obrobku. Dále se tímto kalibrem kontroluje, zda je přímá část boku přiměřená, např. že zaoblení dna závitového profilu nezasahuje příliš do příslušného boku závitů. Tímto kalibrem však není kontrolován velký průměr vnějšího závitů. Pokud jde o virtuální střední průměr, dobrý závitový třmenový kalibr věcně porušuje Taylorův princip (např. periodické chyby rozteče a úchyly tvaru). Dobrý závitový třmenový kalibr musí být seřízen pomocí příslušného porovnávacího seřizovacího trnu. Dobrý závitový třmenový kalibr má při kontrole projít závitů obrobků vlastní tíží, nebo předepsaným zatížením, které odpovídá způsobu seřízení kalibru. Závit obrobku musí vyhovovat dobrému třmenovému závitovému kalibru alespoň ve třech polohách rovnoměrně rozložených po obvodu závitů. Pokud dobrý závitový třmenový kalibr neprojde závitem obrobku, závit obrobku neodpovídá předepsaným požadavkům. Pokud je dobrý závitový třmenový kalibr nasunut na obrobek, má projít lehce v tečném směru k obvodu, ve vzájemně opačných směrech, s co nejmenším vlivem tření. Ve sporných případech má přednost kontrola dobrým závitovým kroužkem, především pevným.

Profilové měřicí kroužky dobrého závitového třmenového kalibru se seřizují pomocí porovnávacího seřizovacího trnu. Dobrý závitový třmenový kalibr musí projít lehce, vlastní tíží, nebo předepsaným zatížením přes porovnávací seřizovací trn. Pokud neprojde nebo pokud vzniká vůle, musí být seřízena poloha profilových měřicích kroužků. Kroužky se seřizují pomocí excentrického šroubu. Seřízený dobrý závitový třmenový kalibr nasunutý na porovnávací seřizovací trn má projít lehce v tečném směru a vzájemně opačných směrech k jeho obvodu.

9.2.5 Seřízení zmetkového závitového třmenového kalibru.

Zmetkovým závitovým třmenovým kalibrem se měří nejmenší mezní hodnota středního průměru. To je do značné míry v souladu s Taylorovým principem. Zmetkový závitový třmenový kalibr musí být seřízen pomocí příslušného porovnávacího seřizovacího trnu. Zmetkový závitový třmenový kalibr smí projít při kontrole pouze prvá dvě stoupání závitů obrobku. Kontrola musí být provedena za stejných podmínek, za jakých bylo provedeno seřízení příslušným porovnávacím seřizovacím trnem a to nejméně ve třech rovnoměrně rozložených místech závitů.

Seřízení polohy profilových měřicích kroužků zmetkového závitového třmenového kalibru je použito porovnávací seřizovací trn. Zmetkový závitový kalibr musí po seřízení projít lehce, vlastní tíží, nebo předepsaným zatížením přes porovnávací seřizovací trn. Pokud neprojde, nebo pokud vzniká vůle, musí být seřízena poloha jeho profilových měřicích kroužků. Kroužky se seřizují pomocí excentrického šroubu. Seřízený zmetkový závitový třmenový kalibr nasunutý na porovnávací seřizovací trn má projít lehce v tečném směru a vzájemně v opačných směrech k jeho obvodu.

9.3 Stanovení chyby u jednotlivých metrologických parametrů včetně vyjádření nejistoty měření při kalibraci

Výsledkem kalibrace je kontrola profilových měřicích kroužků dobrého a zmetkového třmenového závitového kalibru a zjištění hodnoty středního průměru závitů přes drátky porovnávacího seřizovacího trnu pro dobrý závitový třmenový kalibr a porovnávacího seřizovacího trnu pro zmetkový závitový třmenový kalibr.

Mezní rozměry středního průměru dle ČSN ISO 1502, tabulka 10, str. 27 až 29:

a) Porovnávací seřizovací trn pro dobrý závitový třmenový kalibr

Tolerance: $\pm T_{CP}/2$

teoretická velikost: $d_2 - es - Z_R - m$

b) Porovnávací seřizovací trn pro zmetkový závitový třmenový kalibr

Tolerance: $\pm T_{CP}/2$

teoretická velikost: $d_2 - es - T_{d2} - T_R/2 - T_{CP}/2$

legenda

d_2 ... střední průměr závitu obrobku

es ... základní úchylka vnějšího závitu obrobku, pro polohu tolerančního pole h je nulová

Z_R ... vzdálenost středu tolerančního pole T_R dobrého závitového kroužku od horního mezního rozměru středního průměru závitu obrobku

m ... vzdálenost mezi středy tolerančních polí T_R závitového kroužku a T_{CP} dobrého porovnávacího trnu

T_R ... tolerance středního průměru závitů dobrých i zmetkových závitových kroužků

T_{CP} ... tolerance středního průměru dobrých a zmetkových závitových trnů, trnů pro opotřebení a porovnávacích trnů

T_{d2} ... tolerance středního průměru vnějšího závitu obrobku

Tolerance a hodnoty m , Z_R jsou uvedeny v ČSN ISO 1502, tabulka 4, str. 24.

Vztah pro výpočet rozměru přes drátky, který se musí vypočítat pro vyhodnocení středního průměru:

$$M = d_2 + d_D / (\sin \alpha/2) - P / (2 \cdot \tan \alpha/2) + d_D + \delta$$

$$\delta = d_D/2 \cdot P^2/\pi^2 \cdot (\cos \alpha/2 \cdot \cotg \alpha/2) / d_2^2$$

legenda:

M ... rozměr přes drátky

P ... stoupání závitu

d_D ... průměr měřicího drátku

d_2 ... střední průměr závitu

α ... vrcholový úhel teoretického profilu závitu

δ ... korekční faktor

Vyjádření nejistoty měření při kalibraci se provádí se v souladu s dokumentem EA 4/02. Příklad výpočtu rozšířené nejistoty měření při kalibraci trnu je uveden v článku 14 tohoto postupu.

10 Vyhodnocení výsledku kalibrace

Naměřená hodnota středního průměru přes drátky trnu spjatá s rozšířenou nejistotou měření při kalibraci pro $k = 2$ se porovná s vypočteným rozměrem přes drátky \pm tolerancí $= M \pm T_{CP}/2$. Tolerance T_{CP} je uvedena v normě ČSN 254108. Pokud součet vyhovuje dovolené chybě, vyjádříme shodu v kalibračním listě. Neshodu v kalibračním listě nevyjadřujeme, ale uvedeme skutečně naměřené hodnoty.

11 Kalibrační list

11.1 Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat zejména:

- výraz „kalibrační list“, nebo jeho ekvivalent
- název a adresu metrologického střediska, popř. kalibrační laboratoře, která kalibrační list vydala,
- pořadové číslo kalibračního listu (jednoznačné),
- počet stran, které kalibrační list obsahuje, číslo každé strany,
- vhodnou identifikaci zákazníka
- identifikaci kalibrovaného závitového třmenového kalibru (název, typ, výrobce, výrobní, resp. evidenční číslo,
- datum, kdy byla provedena kalibrace a datum vydání kalibračního listu,
- jména a podpisy, popř. jméno a podpis oprávněné (pověřené osoby), razítko metrologického střediska, resp. kalibrační laboratoře,
- okolnosti, za nichž byla kalibrace provedena (zejména hodnoty ovlivňujících veličin),
- určení uplatněného kalibračního postupu (v tomto případě KP 1.1.6/04/20),
- obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření,
- výsledky měření a s nimi spjatou nejistotu měření, nebo prohlášení o shodě s určitou metrologickou specifikací.

V případě, že obsah, forma a úprava kalibračního listu je dána interním předpisem organizace, postupuje se podle tohoto interního předpisu.

Pokud vystavuje kalibrační list akreditovaná kalibrační laboratoř, mělo by být ještě uvedeno:

- název/logo akreditačního orgánu (v tomto případě ČIA),
- číslo osvědčení o akreditaci,
- údaje o oprávnění, na jehož základě je kalibrační list vydán,
- prohlášení, že kalibrační list nesmí být bez písemného schválení kalibrační laboratoře vydán jinak, než celý.

Kalibrační list akreditované kalibrační laboratoře nesmí obsahovat žádná doporučení týkající se intervalu mezi kalibracemi.

11.2 Záznam o kalibraci, kalibrační list

Originál kalibračního listu se předá objednavateli, popř. zadavateli kalibrace. Kopii kalibračního listu spolu se záznamem o kalibraci si ponechá metrologické středisko a archivuje je po dobu minimálně 5 roků. Doporučuje se archivovat kalibrační listy spolu se záznamy o kalibraci chronologicky. V případě, že kalibrovaný závitový třmenový kalibr je uznán jako vyhovující, umístí se na něm kalibrační značka.

Závitový třmenový kalibr, který vyhoví prvotní kalibraci (PK) se navíc označí identifikačním číslem.

V případě neshody se závitový třmenový kalibr výrazně barevně označí a pracovník provádějící kalibraci podá návrh na vyřazení, popř. opravu závitového třmenového kalibru popř. předá závitový třmenový kalibr k reklamačnímu řízení (v případě PK).

11.3 Jiné kalibrační dokumenty

Výsledky kalibrace se mohou v souladu s případnými podnikovými metrologickými dokumenty místo do kalibračního listu zanášet do kalibrační karty závitového třmenového kalibru nebo uložit do elektronické paměti.

11.4 Umístění kalibrační značky

Po provedené kalibraci se závitový třmenový kalibr opatří kalibrační značkou nebo štítkem, na němž má být uvedeno datum kalibrace, jméno pracovníka, který kalibraci prováděl, popř. kód nebo jiná identifikace kalibrační laboratoře. Pokud to dovolují interní metrologické předpisy organizace, může být na kalibrační značce nebo na štítku uvedeno datum platnosti kalibrace.

V případě, že je výsledek kalibrace nevyhovující, opatří se závitový třmenový kalibr značkou NEVYHOVUJE, popř. se neshoda vyjádří jiným vhodným způsobem.

12 Péče o kalibrační postup

Originál kalibračního postupu je uložen u jeho zpracovatele, další vyhotovení jsou předána příslušným pracovníkům podle rozdělovníku uvedeném v čl. 13.

Kalibrační postup podléhá řízení podle příslušné normy ČSN EN ISO řady 9000.

Změny, popř. revize kalibračního postupu provádí jeho zpracovatel. Změny schvaluje vedoucí zpracovatele.

Kalibrační list vystaví kalibrační laboratoř se všemi náležitostmi na závitový třmenový kalibr. Do výsledků měření v kalibračním listě se uvedou naměřené hodnoty včetně rozšířené nejistoty měření při kalibraci porovnávacích seřizovacích trnů pro dobrý a zmetkový závitový třmenový kalibr a výsledek kontroly profilových měřících kroužků. Trny musí být v kalibračním listě jednoznačně identifikovány.

Stav porovnávacích seřizovacích trnů po každé kalibraci uvádí držitel do takzvané metrologické evidence a to záznamem do kalibračních karet nebo záznamem do PC za účelem sledování historie měřidla. Nutné zálohovat data.

13 Rozdělovník, úprava a schválení, revize

11.1 Rozdělovník

výtisk číslo	obdrží	převzal (jméno)	podpis	datum

11.2 Úprava a schválení

	Jméno	podpis	datum
Upravil			
Schválil			

11.3 Revize

stránka	popis změny	provedl	schválil	datum

14. Stanovení nejistoty měření při kalibraci porovnávacího trnu (příklad)

Kalibrujeme porovnávací seřizovací trn pro dobrý závitový třmenový kalibr pro kontrolu závitu obrobku $M 8$. Vlastní měření provádíme v klimatizované laboratoři při teplotě prostředí $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Pro kalibraci použijeme jako měřicí zařízení universální délkoměr a sadu měřicích drátků. Teplotní vlivy v tomto případě zanedbáme, protože předpokládáme, že osoba pracující v laboratoři řádně trn vytemperovala a během vlastní kalibrace pečlivě sleduje průběh změny teploty trnu.

Zdroje standardních nejistot:

- Kalibrace universálního délkoměru - z kalibračního listu,
- mezní chyba universálního délkoměru - udává výrobce,
- kalibrace měřicích drátků - z kalibračního listu,
- mezní chyba měřicích drátků - udává výrobce,
- deformace měřicích drátků.

Výchozí vztah pro stanovení rozměru přes drátky:

$$M(y) = M_i + U_{k=2}$$

M_i – měřená hodnota rozměru přes drátky

$U_{k=2}$ - rozšířená nejistota měření při kalibraci

Tabulka č. 1 – Stanovení příspěvků k nejistotě

Zdroje nejistot Veličina	Meze nejistot \pm	Typ rozdělení	Standardní nejistota	Koeficient citlivosti	Příspěvek k nejistotě
Z n-počtu opakovaných měření	M_i -----	-----	$u_A \text{ } \mu\text{m}$	-----	$u_A = 0,47 \text{ } \mu\text{m}$
Kalibrace univ. délkoměru - z kalibračního listu	l_E 0,1 + 0,5 · l [μm]	$k = 2$	0,05 + 0,25 · l [μm]	1	0,05 + 0,25 · l [μm]
Mezní chyba universálního koměru	Δl_D 0,4 μm	rovnoměrné · 1/√3	0,23 μm	1	0,23 [μm]
Kalibrace měřicích drátků - z kalibračního listu	l_d 0,6 + 2,6 · l [μm]	$k = 2$	0,3 + 1,3 · l [μm]	1	0,3 + 1,3 · l [μm]
Mezní chyba měřicích drátků	Δd_D 0,5 μm	rovnoměrné · 1/√3	0,29 μm	1	0,29 [μm]
Deformace měřicích drátků	Δd_p 0,25 μm	rovnoměrné · 1/√3	0,14 μm	1	0,14 [μm]
	$M(y)$	Kombinovaná standardní nejistota $u(y)$			0,69 + 1,3 · l μm ; m

Poznámka: U nejistoty z průměrů drátků u třídrátkové metody se bere citlivostní koeficient větší, než 1 (zpravidla 3)

Tabulka č. 2 – Stanovení nejistoty typu A a rozšířené nejistoty při kalibraci $U_{k=2}$

Naměřená hodnota mm	Střední hodnota mm	Směrodatná odchylka mm	Nejistota typu A $u_A = s/\sqrt{n}$ mm
8,281 8,280 8,279	8,280	0,000816	0,0004716

Poznámka: za l se dosazuje měřený rozměr přes drátky M .

Tabulka č. 2 – Stanovení nejistoty typu A a rozšířené nejistoty při kalibraci $U_{k=2}$

Rozšířená nejistota

$$U = k \cdot u(y), \quad k = 2, \quad (\text{normální rozdělení } 95 \%)$$

$$U = 2 \cdot (0,69 + 1,3 \cdot l) = 1,4 + 3 \cdot l \quad [\mu\text{m}, l \text{ v m}]$$

15 Validace

Metody použité v tomto kalibračním postupu byly validovány. Doklad o validaci je uložen v České metrologické společnosti.

Upozornění

Tento kalibrační postup byl revidován a posouzen v rámci úkolu rozvoje metrologie, řešeného pro Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví pod číslem VII/2/20. Šíření a využívání tohoto kalibračního postupu nebo jeho částí jakýmkoli komerčním způsobem je nepřípustné.

Tento kalibrační postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby jej organizace přizpůsobila svým požadavkům a doplnila s ohledem na své metrologické vybavení a konkrétní podmínky kalibrace.