



Česká metrologická společnost

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 1.1.4/02/15

ETALON KRUHOVITOSTI

Neprodejné

Praha
Říjen 2015

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

Číslo úkolu: VII/2/15

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

Řešitel: Česká metrologická společnost

Zpracoval: Ing. Vladislav Batěk

© 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 se vztahuje na kalibraci etalonu pro kontrolu radiální přesnosti strojů pro měření kruhovitosti.

Kalibrace popsaná v tomto kalibračním postupu se týká rekalibrace během používání etalonu pro kontrolu radiální přesnosti kruhoměru (dále označované RK). Může být také součástí prvotní kalibrace prováděné při vstupní kontrole (označované jako PK)

Tento kalibrační postup navazuje na kalibrační postup stroje pro měření kruhovitosti.

2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN EN ISO 12181-1	Geometrické specifikace produktu (GPS) – Kruhovitost-Část 1:Slovník a parametry kruhovitosti	[1]
ČSN EN ISO 12181-2	Geometrické specifikace produktu (GPS) – Kruhovitost-Část 2:Operátory specifikace	[2]
ČSN EN ISO 14253-1	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Zkouška obrobků a měřidel měřením - Část 1: Pravidla rozhodování pro prokázání shody nebo neshody se specifikacemi	[3]
ČSN EN ISO 14253-2	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Kontrola obrobků a měřicího vybavení měřením - Část 2: Návod pro odhad nejistoty měření, při kalibraci měřicího vybavení a při ověřování výrobku	[4]
ČSN EN ISO 14978	Geometrické specifikace produktu (GPS) – Všeobecné pojmy a požadavky na měřicí vybavení pro GPS	[5]
ČSN EN ISO 9001 (+ed.2)	Systémy managementu jakosti - Požadavky	[6]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení.	[7]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří	[8]
TNI 01 0115	Mezinárodní slovník základních a všeobecných termínů v metrologii (VIM)	[9]
EA-4/02 M:2013	Vyjádření nejistoty měření při kalibraci	[10]
Taylor Hobson	Prospekty a návody	[11]

3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci etalonu pro kontrolu radiální přesnosti je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s kalibračním postupem upraveným na konkrétní podmínky kalibrační laboratoře nebo obdobného pracoviště provádějícího kontroly měřidel a souvisejícími předpisy.

Doporučuje se potvrzení odborné způsobilosti těchto pracovníků prokázat vhodným způsobem, například osvědčením o odborné způsobilosti, osobním certifikátem apod.

4 Názvosloví, definice



Stroj pro měření kruhovitosti s otočným vřetenem nebo otočným stolem (kruhoměr) je přesný měřicí stroj pro měření úchylek kruhovitosti, souososti, kolmosti, rovnoběžnosti a přímosti.

Etalon pro kontrolu radiální přesnosti kruhoměru je skleněná polokoule velmi přesného tvaru, viz obr.

Další termíny a definice jsou obsaženy v příslušných normách, zejména v TNI 01 0115 a v publikacích věnovaných metrologické terminologii.

5 Prostředky potřebné ke kalibraci

- Stroj pro měření kruhovitosti, např. Talyrond 3,
- dotykový teploměr s měřicím rozsahem (16 až 26) °C, hodnota dílku stupnice 0,1 °C nebo 0,2 °C,
- vlasový vlhkoměr,
- lupa se zvětšením min. 4x,
- čisticí prostředky, čistý benzín, např. lékárenský, vata, vlasový štětec, lněná utěrka, popř. jelenice.

Poznámka: Všechna použitá měřidla a pomocná měřicí zařízení musí být navázány na etalon vhodného rozsahu a přesnosti a musí mít platnou kalibraci.

6 Obecné podmínky kalibrace

Kalibrace etalonu pro kontrolu radiální přesnosti kruhoměrů se provádí za těchto referenčních podmínek a příslušných mezních odchylek:

Teplota prostředí: (20 ± 2) °C

Změna teploty vzduchu za 1 hodinu: max. 1 °C

Relativní vlhkost vzduchu: max. 70 % relat.

Teplota kalibrovaného etalonu pro kontrolu radiální přesnosti a měřidel použitých při jeho kalibraci se měří před zahájením kalibrace a po jejím skončení, popř. se kontroluje průběžně tělískovým teploměrem. Relativní vlhkost vzduchu se měří před zahájením kalibrace.

Před vlastní kalibrací musí být etalon pro kontrolu radiální přesnosti umístěn min. 1 hodinu v blízkosti stroje, na kterém bude kalibrován.

(PK, RK)

7 Rozsah kalibrace

- Kontrola dodávky a příprava (čl. 8),
- kontrola dodávky (čl. 8.1),
- čištění a předběžná kontrola (čl. 8.2),
- příprava kalibrovaného etalonu (čl. 8.3),
- postup kalibrace (čl. 9),
- stanovení přesnosti etalonu (9.1).

(PK, RK)

8 Kontrola dodávky a příprava ke kalibraci

8.1 Kontrola dodávky

Překontroluje se, zda je etalon označen evidenčním číslem pro metrologickou evidenci a dalšími potřebnými údaji (označení výrobce apod.) a zda údaje na etalonu souhlasí s údaji na objednávce kalibrace, popř. na kalibrační kartě. (PK, RK)

Převzetí etalonu k rekalibraci stvrzuje pracovník kalibrační laboratoře svým podpisem na kopii objednávky nebo na formuláři k tomu určeném. (pouze RK)

8.2 Čištění a předběžná kontrola

Zjistí se, zda etalon nemá zjevné viditelné vady, zda není ve svém držáku uvolněn. Etalon se očistí. Při čištění skleněného etalonu se nečistoty odstraňují plátnem bez textilního prachu nebo vatou. Je možno také použít lékařský benzín nebo jiný vhodný čisticí prostředek. Je nutno vyhnout se lokálnímu tření, třecí pohyb musí být kruhový, bez silného otírání. (PK, RK)

Etalon, který nevyhověl při vnější prohlídce a konstrukčnímu provedení dle výrobce, se vyřadí z dalších zkoušek.

8.3 Příprava kalibrovaného etalonu

Kalibrovaný etalon kruhovitosti se ustaví v základní poloze na kalibračním zařízení, kterým může být univerzální nebo speciální kruhoměr. Proti náhodnému posuvu se zajistí vhodnou příložkou nebo plastelínou.

9 Postup kalibrace

Měření se provádí na přístroji pro měření kruhovitosti obdobným způsobem, jako při stanovení radiální přesnosti stroje pro měření kruhovitosti s tím rozdílem, že postup je volen tak, aby byly vyloučeny účinky teploty a rozlišen vliv poškození vřetene na chyby skleněného etalonu.

9.1 Stanovení přesnosti etalonu

Měření se provádí podle následujících kroků:

- a) Připraví se elektronické zařízení měřicího přístroje následujícím způsobem:
 - Přepínač délky ramene doteku: 63,5 mm (2,5 palce) „standard“,
 - přepínač profilu: „normal“,

- zvětšení: 100 x,
- filtr: 1 až 500 u. p. r.,
- posuv pera: střední poloha,
- souhlasné zařízení: na místě.

Funkční vypínač referenčního počítače se ponechá v poloze „normal“. Použije se rameno hrotu 63,5 mm (2,5 palce). Regulace předpětí snímače se nastaví na „S“ „EXT“.

b) Skleněný etalon se centrálně umístí na pracovní stůl přístroje s červenou tečkou v poloze „6 hodin“.

c) Výšková a radiální poloha snímače se nastaví tak, aby se dotek dostal do kontaktu a byl kolmý k povrchu etalonu ve výšce 6,35 mm (0,25 palce) nad kovovým uchycením.

d) Vystředění se zpřesní jako pro měření kruhovitosti, až do největšího zvětšení.

e) Do zapisovače se vloží registrační papír, správně se nasměruje a provede se záznam při zvětšení 20 000 x. Papír se vyjme a označí se na něm poloha, která odpovídá červené tečce na etalonu.

f) Naměřená radiální chyba, která zahrnuje také chybu etalonu, nesmí přesáhnout hodnotu uvedenou ve specifikaci přístroje.

g) Nepravidelnosti grafu mohou být výsledkem:

- Účinků teploty, včetně proudění vzduchu kolem etalonu,
- poškození vřetena,
- jiných nedostatků, např. nečistotou, poškrábáním nebo opotřebením etalonu.

Nejdříve se odstraní nedostatky uvedené v bodě 1), další dva body se překontrolují tímto způsobem:

h) Dotek se odsune od skleněného etalonu a etalonem se pootočí o 60° ve směru hodinových ručiček.

i) Opakují se body c), d), e) a porovnají se oba grafy.

j) Jestliže se nedostatky objevily znovu v pootočené poloze, je etalon vadný.

k) Jestliže dojde k nedostatkům v obou grafech ve stejném místě vzhledem k vřetenu přístroje, je závada pravděpodobně ve vřetenu.

Zkoušky je nutné provádět s etalonem celkem v šesti polohách, aby se vyhnulo možnosti dokonalé stopy, vyplývající z chyby etalonu, která přesně ruší chybu ve vřetenu. V každé poloze se měření provádí pětkrát se stanovením aritmetického průměru. Porovnáním záznamů se vyloučí chyba vřetena a stanoví se celková přesnost systému.

Celková přesnost systému (od doteku k zapisovači) musí odpovídat údajům ve specifikaci. Každé radiální vychýlení doteku se zaznamenává při zvoleném zvětšení s chybou nepřevyšující ± 3 % vychýlení a ± 1 % plné výchylky stupnice při použití ramen doteku

o standardní délce.

Poznámka:

Pokyn k stanovení přesnosti a údaje o přesnosti systému je třeba přizpůsobit typu přístroje použitému při kalibraci. (PK, RK)

10 Vyhodnocení kalibrace

10.1 Postup vyhodnocení

Výsledky měření se zapisují do příslušného formuláře (Záznamu o kalibraci) a spolu s grafy pořízenými při stanovení přesnosti se posoudí, zda zjištěné hodnoty odpovídají údajům výrobce. Zároveň se posoudí, zda se grafy zhotovené při kalibraci neliší od předchozích záznamů (grafů).

10.2 Postup v případě neshody

V případě, že kalibrovaný etalon nevyhoví požadavkům, uvedeným v čl. 9.1, může vedoucí kalibrační laboratoře dát návrh na opravu u výrobce, popř. přerazení etalonu do nižší třídy přesnosti s následnou úpravou deklarované nejistoty měření.

11 Kalibrační list

Výsledky měření by měly být uváděny v souladu s normou ČSN EN ISO 17025 a jejího článku 5.10 – Uvádění výsledků. Jednou z forem je kalibrační list. Pokud nelze s ohledem na nejistotu měření jednoznačně prohlásit shodu nebo neshodu se specifikací, je nejlepší formou uvádění výsledků kalibrační tabulka a (nebo) kalibrační graf.

11.1 Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat tyto údaje:

- a) název a adresu kalibrační laboratoře,
- b) pořadové číslo kalibračního listu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- c) jméno a adresu zadavatele, popř. zákazníka,
- d) název, typ, výrobce a identifikační číslo kalibrovaného etalonu kruhovitosti,
- e) datum přijetí etalonu ke kalibraci (nepovinné), datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- f) určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu (v tomto případě KP 1.1.4/02/15),
- g) podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňujících veličin apod.),
- h) měřidla použitá při kalibraci,
- i) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření (etalony použité při kalibraci),
- j) výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s určitou metrologickou specifikací,
- k) jméno pracovníka, který etalon kruhovitosti kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko kalibrační laboratoře.

Akreditovaná kalibrační laboratoř navíc uvede číslo laboratoře a odkaz na osvědčení o akreditaci. Součástí kalibračního listu je též prohlášení, že uvedené výsledky se týkají pouze kalibrovaného předmětu a kalibrační list nesmí být bez předběžného písemného

souhlasu kalibrační laboratoře publikován jinak než celý.

Pokud provádí kalibrační, resp. metrologická laboratoř kalibraci pro vlastní organizaci, může být kalibrační list zjednodušen, případně vůbec nevystavován (výsledky kalibrace mohou být uvedeny např. v kalibrační kartě měřidla nebo na vhodném nosiči, popř. v elektronické paměti). V tomto případě je vhodné kalibrační laboratoř zpracovala záznam o měření (s uvedenými měřenými hodnotami) a archivovat ho.

11.2 Protokolování

Originál kalibračního listu se předá zadavateli kalibrace. Kopii kalibračního listu si ponechá kalibrační laboratoř a archivuje ji po dobu nejméně pěti let nebo po dobu stanovenou zadavatelem zároveň se záznamem o kalibraci. Doporučuje se archivovat záznamy a kalibrační listy chronologicky. Výsledky kalibrace se mohou v souladu s případnými podnikovými metrologickými dokumenty zanášet do kalibrační karty měřidla nebo ukládat do vhodné elektronické paměti.

11.3 Umístění kalibrační značky

Po provedení kalibrace může kalibrační laboratoř označit kalibrované měřidlo kalibrační značkou, popř. kalibračním štítkem nejčastěji s uvedením čísla kalibračního listu, datem provedení kalibrace, případně s logem laboratoře. Pokud to není výslovně uvedeno v některém interním podnikovém metrologickém předpisu nebo kupní smlouvě se zákazníkem, nesmí kalibrační laboratoř uvádět na svém kalibračním štítku datum příští kalibrace, protože stanovení kalibrační lhůty měřidla je právem a povinností uživatele.

12 Péče o kalibrační postup

Originál kalibračního postupu je uložen u jeho zpracovatele, další vyhotovení jsou předána příslušným pracovníkům podle rozdělovníku (viz čl. 13.1 tohoto postupu).

Změny, popř. revize kalibračního postupu provádí jeho zpracovatel. Změny schvaluje vedoucí zpracovatele (vedoucí kalibrační laboratoře nebo metrolog organizace).

13 Rozdělovník, úprava a schválení, revize

Uvedený příklad je pouze orientační a subjekt si může tuto dokumentaci upravit podle interních předpisů o řízení dokumentů.

13.1 Rozdělovník

Kalibrační postup		Převzal		
Výtisk číslo	Obdrží útvar	Jméno	Podpis	Datum

13.2 Úprava a schválení

Kalibrační postup	Jméno	Podpis	Datum
Upravil			
Úpravu schválil			

13.3 Revize

Strana	Popis změny	Zpracoval	Schválil	Datum

14 Stanovení nejistoty měření (příklad výpočtu)

Stanoví se nejistota při kalibraci etalonu kruhovitosti. Budeme vycházet z nevyloučené chyby vřetene, kterou odhadneme na 1/2 celkové chyby vřetene (0,1 μm) udané výrobcem. Očekávaná chyba snímače je 3 % měřené hodnoty a chyba zesílení je 1 % měřicího rozsahu. Opakovatelnost měření na etalonu předpokládáme v 1/3 dovolené chyby etalonu kruhovitosti, která je obvykle 0,05 μm.

Tabulka standardních nejistot

Veličina	Meze nejistot	Typ rozdělení	Dílčí nejistota	Koeficient	Příspěvek k nejistotě
Měření na etalonu kruhovitosti (opak. měření max. 0,05 / 3 μm)	0,017	norm. 2	0,008	1	0,008
Vřeteno kruhoměru z dokumentace výrobce 0,1 / 2 μm	0,050	norm. 2	0,025	1	0,025
Snímač - odhad 3 % měřené hodnoty 0,05 * 0,03	0,002	norm. 2	0,001	1	0,001
Zesílení - odhad 1 % rozsahu 1 μm 1 * 0,01	0,010	norm. 2	0,005	1	0,005
Nejistota měření kruhovitosti	<i>u</i> pro <i>k</i> = 1			0,027 μm	
	<i>U</i> pro <i>k</i> = 2			0,054 μm	

Hodnoty v tabulce jsou uvedeny v μm.

Rozšířená kombinovaná nejistota kalibrace etalonu kruhovitosti:

$$U = 0,06 \mu\text{m pro } k = 2$$

15 Validace

Kalibrační metody podléhají validaci v souladu s normou ČSN EN ISO/IEC 17025 čl. 5.4. Validační zpráva je uložena v archivu sekretariátu ČMS.

Změny proti předchozímu vydání

Tento kalibrační postup byl upraven s přihlédnutím k novým metrologickým předpisům a normám a podle připomínek uživatelů. Dále byl doplněn o příklad stanovení nejistoty měření při kalibraci a validaci použité metody.

Upozornění

Kalibrační postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby jej organizace přizpůsobila svým požadavkům s ohledem na své metrologické vybavení a konkrétní podmínky. V případě, že střediskem provádějícím kalibraci je akreditovaná kalibrační laboratoř, měl by být kalibrační postup navíc upraven podle příslušných předpisů (zejména MPA a EA).