

PŘEJÍMACÍ A PERIODICKÉ ZKOUŠKY SOUŘADNICOVÝCH MĚŘICÍCH STROJŮ

Acceptance and Reverification Tests for Coordinate Measuring Machines

Libor Beránek, Ing., Fakulta strojní ČVUT v Praze, Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie, libor.beranek@fs.cvut.cz

Luděk Volf, Ing., Fakulta strojní ČVUT v Praze, Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie, ludek.volf@fs.cvut.cz

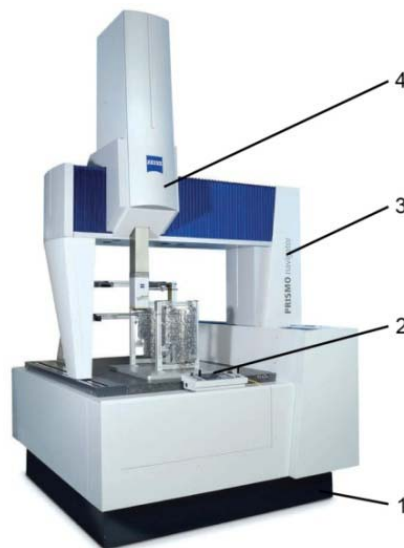
Petr Mikeš, Ing., Fakulta strojní ČVUT v Praze, Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie, petr.mikes@fs.cvut.cz

Článek pojednává o přijímacích zkouškách ve smyslu ČSN EN ISO 10 360-2:2010, které specifikuje výrobce souřadnicových měřicích strojů (CMM), používaných pro měření lineárních rozměrů, pro ověření jejich způsobilosti. Pojednává rovněž o periodických zkouškách, které umožňují uživateli v opakovaných časových odstupech ověřit způsobilost CMM. Zkoušky popsané zde jsou použitelné na kartézské CMM s kontaktními snímacími hlavami jakéhokoliv operačního typu v režimu snímání diskretních bodů.

→ Klíčová slova: souřadnicový měřicí stroj, snímací systém, přijímací zkouška, periodická zkouška

1 Souřadnicové měřicí stroje

Souřadnicové měřicí stroje jsou jednou z největších a dynamicky se rozvíjející inovací, které byly v oblasti měření ve strojírenství zavedeny. CMM se začaly využívat před zhruba 50 lety. Rozvoj této oblasti průmyslové měřicí techniky byl akcelеровán zejména nástupem výpočetní techniky, propojováním výroby, kontroly a zvyšujících se požadavků na jakost výrobku zejména v odvětvích automobilového a leteckého průmyslu, kde je jednoznačný požadavek na přesné měření tvarově složitých komponent. Typické konstrukční uspořádání portálového souřadnicového měřicího stroje je znázorněno na Obr. 1.



Obr. 1 - Konstrukce portálového CMM (1 – rám, 2 – stůl, 3 – portál, 4 – pinola)
 Fig. 1 – Gantry CMM construction (1 – frame, 2 - table, 3 – gantry, 4 - pinola)

2 Přesnost CMM

Pojem přesnost můžeme chápat jako těsnost souhlasu mezi výsledkem měření a pravou hodnotou měřené veličiny. Je to pojem, jehož číselnou mírou je chyba měření. Udává nám rozdíl mezi tím, co jsme naměřili a co bychom naměřit měli. (6,7)

V souvislosti s využíváním CMM je potřeba si uvědomit, že ani CMM není schopen měřit skutečné hodnoty, ale každé měření je zatíženo chybou. Posuzování přesnosti CMM je velmi komplikované a rozsáhlé téma. Samotnou přesnost CMM ovlivňuje mnoho faktorů, které spadají do kategorií:

- Chyby hrubé
- Chyby systematické
- Chyby náhodné

2.1 Chyby hrubé:

Výskyt hrubých chyb je především systémovým selháním. Správně navržený, pravidelně přezkoumávaný a zlepšovaný systém by měl hrubou chybu z principu vylučovat. Její výskyt je tedy především selhání systému a vyžaduje systémová opatření. Možné příčiny hrubých chyb při měření pomocí CMM (6):

- Nevhodná metoda (především nevhodný snímač nebo měřicí dotek, špatně zvolený způsob zpracování dat, metodika měření).
- Nevhodné podmínky při měření (extrémní teplota, vlhkost, prach, vibrace).

2.2 Chyby systematické:

Systematické chyby zkreslují výsledek měření pravidelným způsobem. Zdroje systematických chyb se mohou vyvíjet v čase. Díky jejich opakovatelnosti nám umožňuje brát je v úvahu a vyloučit je z výsledku měření korekcí. Mají tyto znaky: poznatelnou příčinu, jsou stále co do velikosti a znaménka, existují jednoznačné cesty k jejich řešení.

I při pečlivém rozboru zdrojů chyb zůstane určitá část neodhalených systematických chyb, které logicky padnou do skupiny chyb náhodných. Možné příčiny systematických chyb u měření pomocí CMM (6):

- Výsledek kalibrace nebo justace (jedná se o vyhodnocenou systematickou chybu jako reakci na okamžité podmínky měření).
- Nevhodně upevněný snímač nebo nevhodně zvolený měřicí dotek.
- Poškozený snímač, opotřeбенý nebo znečištěný měřicí dotek.

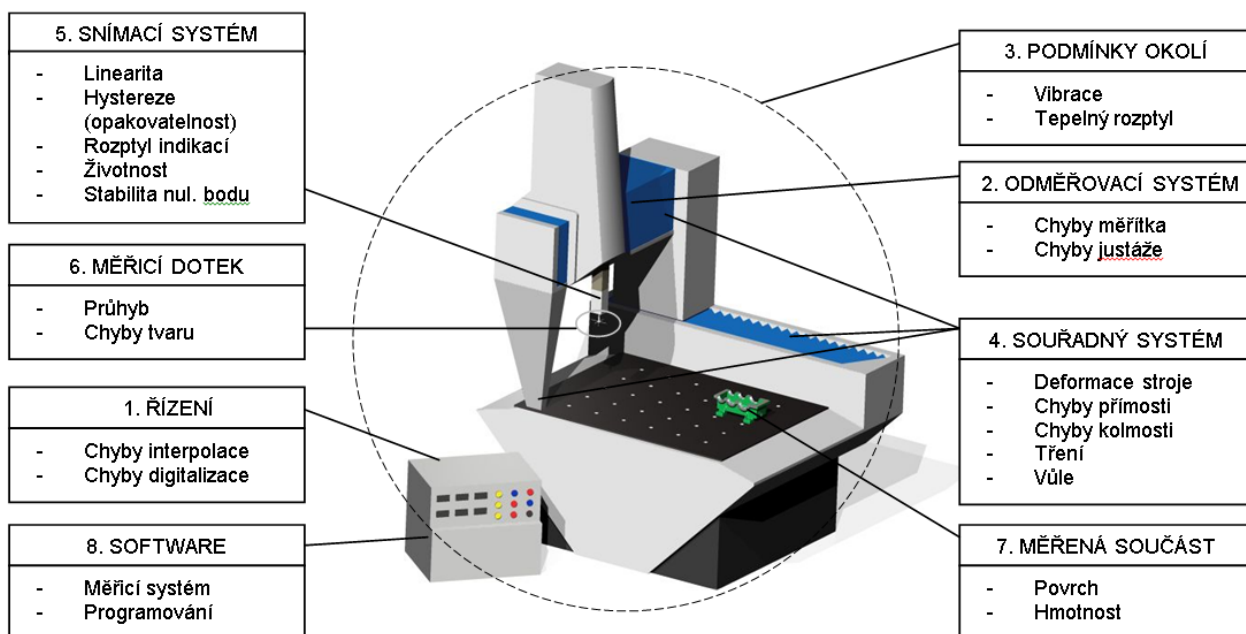
2.3 Chyby náhodné

Co nelze zařadit mezi chyby hrubé nebo poznané chyby systematické nutně bude vyhodnoceno jako chyba náhodná. Náhodné chyby mají následující vlastnosti: nelze je identifikovat z hlediska konkrétních zdrojů, nelze je vyčíslit, jsou nestálé jak z hlediska velikosti, tak z hlediska znaménka. Náhodnou chybu nemůžeme zjistit jediným měřením. Vlivy náhodných chyb na přesnost měření lze posuzovat pouze v součtu všech zdrojů. Ty tvoří okamžitou hodnotu výsledné náhodné chyby, která se chová podle statistického rozdělení. U měření budeme předpokládat především Normálního rozdělení. Zdroje náhodných chyb při měření na CMM (3):

- Uvolněný snímač nebo měřicí dotek.
- Nečekané změny podmínek (prudké změny teploty)

Možné zdroje chyb u souřadnicové měřicí techniky jsou znázorněny na obrázku 2 (Obr. 2). Během posledních dvou desetiletí byly vyvinuty různé národní a mezinárodní normy k posuzování výkonnosti souřadnicových měřicích strojů. Tyto normy jsou často omezeny na CMM, která mají tři navzájem kolmé lineární osy. Jedním z takových standardů je i norma ČSN EN ISO 10 360 Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Přejímací a periodické zkoušky souřadnicových měřicích strojů (CMM). Tato norma má celkem 6 částí a to:

- Část 1: Slovník
- Část 2: Souřadnicové měřicí stroje používané pro měření délkových rozměrů
- Část 3: Souřadnicové měřicí stroje s osou otočného stolu jako čtvrtou osou
- Část 4: Souřadnicové měřicí stroje používané v režimu měření skenováním
- Část 5: Souřadnicové měřicí stroje používající snímací systém s několika doteky
- Část 6: Odhad chyb výpočtu prvků přiřazených metodou nejmenších čtverců



Obr. 2 – Zdroje chyb CMM
 Fig. 2 – CMM Error Source

3 ČSN EN ISO 10 360-2:2010

Tato část ISO 10360 specifikuje výrobcem stanovené přijímací zkoušky pro ověření způsobilosti souřadnicových měřicích strojů (CMM), používaných pro měření lineárních rozměrů. Specifikuje rovněž periodické zkoušky, které umožňují uživateli v opakovaných časových odstupech ověřit způsobilost CMM. Přijímací a periodické zkoušky uvedené v této části ISO 10360 jsou použitelné jen na kartézské CMM s kontaktními snímacími hlavami v režimu snímání diskrétních bodů.

Tato část ISO 10360 dále specifikuje požadavky na způsobilost, které mohou být stanoveny výrobcem nebo uživatelem CMM, typ a způsob provedení přijímacích a periodických zkoušek k prokázání stanovených požadavků, pravidla pro zkoušku shody a aplikace pro které mohou být přijímací a periodické zkoušky použity.

Popisuje celkem 3 zkoušky a to:

- Zkouška chyby indikace kalibrované zkušební délky bez odsazení hrotu snímacího doteku
- Zkouška reprodukovatelnosti měření kalibrované zkušební délky
- Zkouška chyby indikace kalibrované zkušební délky se specifikovaným odsazením hrotu snímacího doteku

Dále specifikuje mezní hodnoty dovolených environmentálních podmínek, jako jsou teplotní podmínky, vlhkost vzduchu a vibrace v místě instalace ovlivňující měření. Tyto podmínky specifikuje výrobce, v případě přijímacích zkoušek a uživatel, v případě periodických zkoušek. Dále musí být v provozní příručce definovány provozní podmínky, které musí být v průběhu zkoušek i měření dodržovány.

Provozní podmínky:

spuštění stroje/cyklus zahřátí	konfigurace systému snímacích doteků
proces čištění snímacích doteků	kvalifikace snímacího systému
teplotní stabilita snímacího systému před kalibrací	hmotnost systému snímacího doteku, systému snímací hlavy

3.1 Přejímací a periodické zkoušky

Přejímací zkouška může být použita po dohodě mezi výrobcem a uživatelem jako zkouška k ověření způsobilosti i stavu CMM používaného pro měření lineárních rozměrů podle specifikací pro stanovené maximální dovolené chyby $E_{0,MPE}$, $E_{150,MPE}$ a maximální dovolenou mez $R_{0,MPL}$.

Periodická zkouška může být použita k ověření způsobilosti CMM používaného pro měření lineárních rozměrů v organizacích s vnitřním prokazováním systému kvality podle specifikací pro maximální dovolené chyby $E_{0,MPE}$, $E_{150,MPE}$ a maximální dovolenou mez $R_{0,MPL}$.

Uživatel může stanovit maximální dovolené chyby a specifikovat podrobně aplikovaná omezení $E_{0,MPE}$, $E_{150,MPE}$ a $R_{0,MPL}$.

4 Závěr

Způsobilost CMM používaného pro měření lineárních rozměrů je ověřena, pokud chyby při měření délky (hodnoty E_0) s nulovou vzdáleností odsazení hrotu snímacího doteku od osy pinoly jsou umístěny v rozpětí maximální dovolené chyby při měření délky $E_{0,MPE}$, jak je specifikováno výrobcem

opakované rozpětí chyby při měření délky (hodnoty R_0) je umístěno v rozpětí maximálních dovolených mezí opakovaného rozpětí $R_{0,MPL}$, jak je specifikováno výrobcem

chyby při měření délky (hodnoty E_{150}) pro vzdálenosti 150 mm odsazení hrotu snímacího doteku od osy pinoly jsou umístěny v rozpětí maximální dovolené chyby při měření délky $E_{150,MPE}$, jak je specifikováno výrobcem

Pro CMM, které nejsou určeny pro použití s odsazením hrotu snímacího doteku od osy pinoly nebo ty které nejsou způsobilé pro použití s odsazením hrotu snímacího doteku od osy pinoly jakékoliv délky L , není požadováno ověření chyby při měření délky E_L .

Literatura

1. ČSN EN ISO 10 360-1. Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Přejímací a periodické zkoušky souřadnicových měřicích strojů (CMM) : Část 1: Slovník Praha : Český normalizační institut, 2001. 43s.
2. PFEIFER, Tilo; IMKAMP, Dietrich; SCHMITT, Robert. Coordinate Metrology and CAx-Application in Industrial Production : Basics, Interfaces and Integration. Munich : Carl Hanser Verlag, 2006. 205s.
3. Measurement Metrology [online]. 2007 [cit. 2010-03-12]. Canadian Portable CMM's. Dostupné z WWW: <<http://www.cmmxyz.com/category/13/186/5.html>>. [Online]
4. BOSH, John . Coordinate measuring machines and systems. New York : MARCELL DEKKER, 1995. 444 s.
5. CHRISTOPH, Ralf; NEUMANN, Hans Joachim. Multisenzorová souřadnicová měřicí technika : měření rozměrů, tvarů, polohy a drsnosti - opticky, dotykově a rentgenovou tomografií. Uherské Hradiště : PRIMA Bilavčík, 2008. 106 s.
6. NĚMEČEK, Pavel. Nejistoty měření. Praha : Česká společnost pro jakost, 2008. 98 s.
7. ČSN 01 0115. Mezinárodní slovník základních a všeobecných termínů v metrologii. Praha : Český normalizační institut, 1996. 44 s.
8. ČSN EN ISO 10 360-2. Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Přejímací a periodické zkoušky souřadnicových měřicích strojů (CMM) : Část 2: Souřadnicové měřicí stroje používané pro měření lineárních rozměrů. Praha : Český normalizační institut, 2010.

