

Technická měření v bezpečnostním inženýrství	
Čís. úlohy: 1	Název úlohy: Měření rozměrů délek, objem, obvodová rychlost

Úkol měření:

A) Změřte rozměry zadaných objektů pomocí různých měřidel délky, spočítejte chyby měření a vzájemně porovnejte:

A1) Proveďte měření vnitřních a vnějších rozměrů částí zadaných těles pomocí posuvného měřítka a vypočítejte jejich objem. Určete průměrnou a relativní odchylku nejistoty měřených délkových rozměrů těchto těles a vypočítejte chybu jednotlivých měření.

A2) Proveďte měření zadaných těles pomocí mikrometrického šroubu a vypočítejte jejich objem. Určete průměrnou a relativní odchylku nejistoty měřených délkových rozměrů těchto těles a vypočítejte chybu jednotlivých měření.

A3) Změřte, zda je průměrná deska rovná. Pokud není, pomocí průměrného pravítka a spároměrek zjistíte odchylky od roviny.

A4) U šroubu změřte průměr a určete stoupání závitů.

A5) Proveďte měření tloušťky povrchové vrstvy daného předmětu.

A6) Proveďte měření vnitřních rozměrů místnosti a vypočítejte hrubý objem vnitřního prostoru.

B) Stanovte obvodovou rychlost talíře gramofonu nepřímou a přímou metodou a výsledky vzájemně porovnejte.

B1) Změřte počet otáček talíře gramofonu. Ze změřených otáček a rozměrů (obvodu) talíře vypočítejte jeho obvodovou rychlost na vnějším okraji talíře.

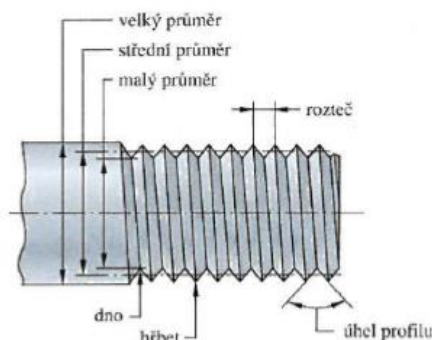
B2) Změřte obvodovou rychlost pomocí digitálního otáčkoměru; výsledky porovnejte.

Obecná část

K měření délkových rozměrů můžeme používat měřidla přímá, která lze dále dělit např. podle přesnosti (posuvné měřítko, mikrometr).

Mezi nepřímá měřidla patří např. *spároměrky*, což jsou ocelové destičky, které mají přesnou šířku, která je na každé měrce uvedena. Měrky můžeme použít například při kontrole prohnutí, křivosti, rovinatosti atd.

Metrický šroub je obvykle označován velkým písmenem M a číslicí, která udává jeho průměr, např. "M5" je označení pro šroub průměru o průměru 5 mm. Rozteč závitů (P) je vzdálenost mezi stejnolehlými boky sousedních závitů. Stoupání (P_h) je vzdálenost dvou stejnolehlých boků jednoho závitu ve směru osy – tedy vzdálenost, o kterou se posune matice (nebo šroub) při jednom otočení o 360° (viz Obrázek 1).

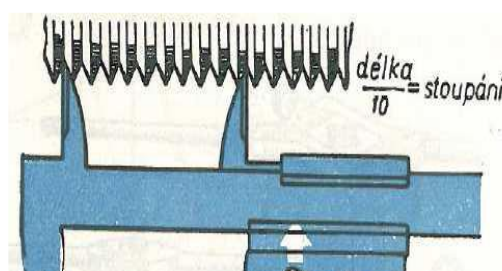


Obrázek 1 Termíny používané při měření závitů

Stoupání závitů lze měřit několika různými způsoby podle požadované přesnosti. Pro běžnou kontrolu se používá závitových měrek (Obrázek 2), posuvného měřidla (Obrázek 3) nebo rovnoběžných koncových měrek.



Obrázek 2 Závitové měrky



Obrázek 3 Kontrola stoupání závitů posuvným měřítkem

Obvod kola vypočítáme z rovnice pro výpočet délky kružnice

$$o = 2\pi r = \pi d$$

Obvodová rychlost je fyzikální veličina, která vyjadřuje změnu dráhy za jednotku času při pohybu po kružnici. Jednotka je $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Vzorec pro výpočet obvodové rychlosti tedy je:

- o okamžitá obvodová rychlost $v = \frac{ds}{dt} [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$ (první derivace dráhy podle času),
- o průměrná obvodová rychlost $v = \frac{s}{t} [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$, kde s je změna dráhy, t je čas.

Použité přístroje

Kovový metr, posuvné měřítko s měřením hloubky, mikrometrický šroub, Laserový dálkoměr Disto D2 (viz Obrázek 4), spároměrky, závitové měrky, digitální měřič tloušťky povlaku eXacto (viz Obrázek 5), měřič otáček Digital tachometer (viz Obrázek 6), gramofon s nastavitelnou rychlostí otáčení talíře.



Obrázek 4 Laserový dálkoměr Disto D2



Obrázek 5 Digitální měřič tloušťky povlaku eXacto

Postup práce**Úkol A) Měření rozměrů zadaných objektů**

1. Pedagog určí tělesa k proměření (váleček, šroub, destičky různé tloušťky,...).

Ad A1, A2) Měření těles pomocí posuvného měřítka a mikrometru

2. **Zakreslete a okótuje měřené těleso**, veličiny měřené na tělese uveďte v legendě obrázku a napište jejich význam.
3. Změřte rozměry těles, k měření použijte vždy adekvátní měřidlo (posuvné měřítko, mikrometrický šroub), **měření rozměrů proved'te 10x**.
4. Naměřené hodnoty zapište do připravené tabulky a zpracujte.
5. Vypočítejte aritmetický průměr \bar{a} naměřených hodnot ze vztahu

$$\bar{a} = \frac{1}{n}(a_1 + a_2 + \dots + a_n),$$

který představuje střední hodnotu měřené veličiny a kde n je počet měření.

6. Určete a zapište odchylky jednotlivých měření podle vztahu

$$\Delta a_i = |\bar{a} - a_i|$$

7. Vypočítejte průměrnou odchylku Δa ze vztahu

$$\Delta a = \frac{1}{n}(|\bar{a} - a_1| + |\bar{a} - a_2| + \dots + |\bar{a} - a_n|)$$

8. Určete relativní odchylku δa ze vztahu

$$\delta a = \frac{\Delta a}{\bar{a}} \cdot 100\%$$

9. Vypočítejte směrodatnou odchylku aritmetického průměru ze vztahu

$$\bar{s}_a = \sqrt{\frac{\sum(\bar{a} - a_i)^2}{n \cdot (n - 1)}}$$

10. Odchylku zaokrouhlete na dvě platné číslice.
11. Aritmetický průměr naměřených hodnot zaokrouhlete na stejný počet desetinných míst, jako má odchylka.
12. **Výsledek měření zapište ve tvaru**

$$a = (\bar{a} \pm \bar{s}_a) m, \delta a = \dots\%$$

Kde \bar{a} je aritmetický průměr, \bar{s}_a je směrodatná odchylka aritmetického průměru; δa je relativní odchylka.

13. Vypočítejte objem měřeného předmětu. Věnujte pozornost zaokrouhlování konečného výsledku.

Ad A3, A4) Měření prohnutí desky a stoupání závitu pomocí spároměrek, závitoměrek a posuvného měřítka

14. **Zakreslete a okótuje měřené těleso**, veličiny měřené na tělese uveďte v legendě obrázku a napište jejich význam.
15. Změřte, zda je průměrná deska rovná. Pokud není, pomocí průměrného pravítka a spároměrek zjistěte maximální odchylku od roviny. **Prohnutí desky změřte jen jednou.**
16. U vybraného závitu **změřte jeho průměr a určete stoupání závitů**. Stoupání závitů stanovte **pomocí závitoměrek**. Změřte jen jednou a výsledek zapište.
17. Dále **stoupání závitů stanovte měřením pomocí posuvného měřítka** – změřte délku 10ti závitů a tu podělte 10 (viz obecná část). Změřte jen jednou a výsledek zapište.
18. **Oba výsledky pro stoupání závitů v závěru porovnejte.**

Ad A5) Měření tloušťky povrchové vrstvy nátěru

19. Pro měření tloušťky povrchové vrstvy použijte přístroj eXacto.
20. Zapněte přístroj červeným tlačítkem.
21. Přiložte externí sondu k povrchu a vyčkejte, až přístroj vydá zvukový signál, poté opište hodnotu z displeje.
22. **Proměřte daný objekt v 10 místech**, hodnoty zapisujte do připravené tabulky.
23. Vymažte naměřené hodnoty stisknutím tlačítka CLR a přístroj vypněte tlačítkem OFF.
24. Z naměřených hodnot **vypočítejte střední hodnotu tloušťky povrchové vrstvy a výsledek zapište ve tvaru**

$$x = (\bar{x} \pm \bar{s}_x) \mu m, \delta x = \dots \%,$$

Kde \bar{x} je aritmetický průměr, \bar{s}_x je směrodatná odchylka aritmetického průměru; δx je relativní odchylka.

Ad A6) Měření rozměrů místnosti

25. Proveďte měření vnitřních rozměrů místnosti; zakreslete a okótuje měřený prostor, měřené veličiny uveďte v legendě obrázku a napište jejich význam.
26. K měření využijte Laserový dálkoměr Disto D2, který zapnete tlačítkem ON.
27. **Měření vnitřních rozměrů místnosti pro jednotlivé strany (délka, hloubka, výška) proveďte celkem 10x**, jednotlivé hodnoty zapište do připravené tabulky.
28. Přístroj vypněte podržením tlačítka OFF.
29. **Výsledek měření jednotlivých stran zapište ve tvaru**

$$a = (\bar{a} \pm \bar{s}_a) m, \delta_a = \dots \%,$$

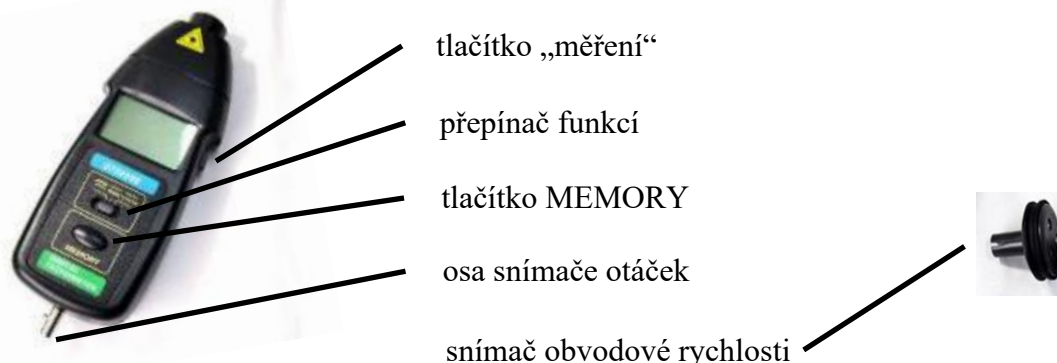
Kde \bar{a} je aritmetický průměr, \bar{s}_a je směrodatná odchylka aritmetického průměru; δ_a je relativní odchylka.

30. Vypočítejte hrubý objem vnitřního prostoru

!!! V závěru shrňte všechny zjištěné výsledky a vzájemně porovnejte odchylky jednotlivých měření.

Úkol B) Měření obvodové rychlosti talíře gramofonu

Při měření použijte měřič otáček Digital tachometer DT2236B (viz Obrázek 6).



Obrázek 6 Digital tachometer DT2236B

Ad B1) Změřte počet otáček a stanovte obvodovou rychlost – nepřímá metoda

1. Změřte pomocí kovového měřítka průměr „talíře“ gramofonu a vypočtete jeho obvod.
2. Zapojte gramofon do zásuvky a zapněte „motor“ gramofonu. Zvolte rychlost otáčení talíře na 16.
3. Pomocí digitálního tachometru DT2236B změřte nepřímou metodou (přepínač funkce v poloze „*RPM photo*“) počet otáček talíře. Při optickém snímání otáčení talíře zaměřte snímač otáček kolmo na reflexní nálepku na talíři, při měření držte stisknuté tlačítko na boku přístroje (na úrovni displeje, viz Obrázek 6).
4. **Měření dle bodu 3 10 x opakujte a zapisujte hodnoty zobrazené na displeji. Jednotka je počet otáček za minutu (ot/min; rpm – round per minutes).**
5. Přepněte rychlost otáčení talíře na 33 a poté na 45. Měření při každé další nastavené rychlosti 10x opakujte, vypočtete aritmetický průměr těchto hodnot, směrodatnou odchylku aritmetického průměru, a **výsledek zapište ve tvaru**

$$\omega = (\omega \pm \bar{s}_\omega) \text{ ot/min.}$$
6. Z průměrných hodnot vypočtete obvodové rychlosti, výsledky převed'te na základní jednotky (m/s).

Ad B2) Změřte obvodovou rychlost – přímá metoda

7. Na osu snímače otáček nasad'te snímač obvodové rychlosti (viz Obrázek 6), přepínač funkcí přepněte na měření obvodové rychlosti („*m/min contact*“). Při měření držte měřič otáček tak, aby snímač obvodové rychlosti kopíroval vnější okraj talíře a jemně jej přitlačujte.
8. Změřte přímou metodou obvodové rychlosti pro všechny polohy přepínače rychlosti (tj 16, 33, 45) talíře. **Jednotkou je m/min.**
9. **Měření pro každou nastavenou rychlost 10x opakujte**, vypočtete aritmetický průměr těchto hodnot, směrodatnou odchylku aritmetického průměru, a **zapište ve tvaru**

$$v = (v \pm \bar{s}_v) \text{ m/min.}$$

10. Výsledky převed'te na základních jednotky (m/s).

11. **Výsledky obou měření (nepřímé a přímé metody) v závěru porovnejte**, okomentujte případné rozdíly.

Výsledky – tabulky naměřených hodnot