

Pozorujeme tření termokamerou

Náročnost: 4/5

Úkol měření:

Určete časový průběh zahřívání a chladnutí rotujícího hřídele pro různé uložení a při různých otáčkách.

Na základě naměřených hodnot diskutujte různá technická řešení pro rotaci hřídele.

Teorie měření:

Každé těleso vyzařuje infračervené (tepelné) záření, které je lidským okem neviditelné, ale mohou ho zachytit a zobrazit některé měřicí přístroje, např. **termokamery**.

Infračervená termografie se zabývá analýzou rozložení teplotního pole povrchu tělesa bezkontaktním měřením. Princip využívá zachycení energie vyzařované povrchem zkoumaného tělesa v infračerveném spektru elektromagnetického záření a její převedení na elektrický signál, který je pomocí mikroprocesoru vhodně upravován a dále transformován do některého grafického formátu používaného pro záznam obrazových dat. Výsledným zachyceným obrazem teplotního pole je **termogram** (infračervený snímek). Jde o snímek, který se skládá z jednotlivých pixelů. Informuje o povrchovém rozložení zdánlivé teploty na povrchu měřeného objektu či měřených objektů.

Radiometrický termogram v sobě obsahuje informace o povrchové teplotě objektu. Na jeho podobu mají vliv také povrchové vlastnosti ovlivňující schopnost vyzařování infračerveného záření (emisivita ϵ), vzdálenost od měřeného objektu a okolní atmosféra.

Jeden z hlavních parametrů je **emisivita**. Ideálně černé těleso má emisivitu 1, lesklá tělesa mají emisivitu velmi malou (až 0,1). Malá emisivita tělesa většinou znamená menší přesnost měření. Proto jsou všechny části měřeného hřídele a jeho okolí opatřeny speciálním černým nátěrem, který zaručuje přijatelnou přesnost měření.

Při rotaci hřídele dochází v jejím uložení ke tření, resp. valivému odporu, které podle zákona zachování energie způsobuje její zahřívání. Vzniklé teplo se postupně přenáší i do uložení hřídele a způsobuje nežádoucí změny materiálu a ztráty dodané energie. Proto je nutné hledat taková technická řešení, která tento jev, co nejvíce omezují.

Obrazový návod:



1. K pracovnímu stolu připevněte svorkami stojan s vrtačkou (bez připojení k elektrické síti).



2. Vložte hřídelku a utáhněte sklíčidlo.



3. Na hřídelku nasadte plastový držák. Do otvoru umístěte pouzdro nebo ložisko a utáhněte fixačním šroubem.



4. Na fixační šroub umístěte plastovou krytku (zamezuje odrazům okolí).



5. Hřídelka s ložiskem, teflonovým a mosazným pouzdrem.

Postup měření:

1. Sestav aparaturu podle obrazového návodu – jako uložení použij ložisko bez oleje.
2. Nastav termokameru pro měření a nasměřuj záměrný bod na rotující osu těsně u uložení.
3. Spusť záznam a pozoruj teplotu (termogram) bez otáčení po dobu 1 minuty.
4. Spusť rotaci hřídele na maximální otáčky a sleduj teplotu (termogram) při rotaci po dobu 6 minut.
5. Vypni rotaci hřídele a sleduj teplotu (termogram) při chladnutí po dobu 3 minut.
6. Nahraj záznam měření z termokamery do počítače.
7. Vyhodnoť průběh teploty a diskutuj jednotlivé části grafu.
8. Zvaž, jak se bude hřídel zahřívat při delším měření (15-20 minut).
9. Navrhni, jak snížit tepelné namáhání hřídele.
10. Diskutuj zahřívání uložení hřídele.

Pracovní list:

1. Výsledky měření - Diskuse naměřených výsledků

2. Rozšiřující měření

Před dalším měření vždy vyměň ohřátou hřídel za jinou, nebo počkej, až hřídel vyrovná svou teplotu s okolím.

- Měření zopakuj pro mosazné, resp. teflonové uložení nebo pro uložení v ložisku s naneseným olejem.
- Vyber jedno uložení a proved' měření při různých otáčkách hřídele.
- Opakuj měření se stejným uložení při ofukování proudem vzduchu.

3. Výsledky rozšiřujícího měření + Diskuse výsledků z rozšiřujícího měření

Zpracoval:

doc. PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D., Vedoucí katedry aplikované fyziky a techniky, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích