

## CD lemez légkavarási vesztesége

Névleges tápfeszültség:  $2 \times 1,2 \text{ V}$ , 800mAh, 14 óra élettartam, kb 10 % áramfelvétel

Üresjárási fordulatszám:  $n=500 - 200 \text{ ford/min}$ , 300 közepes

Maximális teljesítmény kb:  $2 \times 1,2 \times 0,08 = 0,192 \text{ W}$

### Definíciók mértékegységekre

$$\text{mW} \equiv 10^{-3} \cdot \text{W}$$

$$\text{Nm} \equiv \text{N} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nmm} \equiv \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$\text{mNmm} \equiv 10^{-3} \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$\mu\text{Nmm} \equiv 10^{-6} \cdot \text{Nmm}$$

### Adatok a számításhoz

Forgórész (CD tárcsa) átmérő, külső, belső

$$D_t := 120\text{mm}$$

$$D_{tb} := 16\text{mm}$$

Forgórész tárcsa sugár

$$R_t := \frac{D_t}{2}$$

$$R_t = 60 \cdot \text{mm}$$

$$R_{tb} := \frac{D_{tb}}{2}$$

$$R_{tb} = 8 \cdot \text{mm}$$

Csúsztatófeszültség diagramhoz:

$$dr := 0,001\text{mm}$$

$$r := R_{tb}, R_{tb} + dr .. R_t$$

Forgórész tárcsa vastagság

$$H_t := 1,2\text{mm}$$

Oldalfali légrés mérete (mindkét oldalon)

$$l_o := 1,5\text{mm}$$

Légrés mérete a palástonál

$$l_p := 1,5\text{mm}$$

Motor fordulatszám

$$n := 200 \cdot \frac{1}{\text{min}}$$

$$n = 3,333 \cdot \frac{1}{\text{s}}$$

Motor szögsebesség:

$$\omega := 2\pi \cdot n$$

$$\omega = 20,944 \cdot \frac{1}{\text{s}}$$

Levegő adatok a légrésben

Légekőri nyomás

$$p_0 := 101325 \text{ Pa}$$

Levegő hőmérséklet

$$T_0 := 298 \text{ K}$$

Levegő gázállandó

$$R_{\text{lev}} := 287 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Levegő sűrűség

$$\rho_{\text{lev}} := \frac{p_0}{R_{\text{lev}} \cdot T_0} \quad \rho_{\text{lev}} = 1.185 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Dinamikai viszkozitás ilyen  $p_0$  és  $T_0$  esetén:

$$\mu_{\text{lev}} := 18.2175 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}} \quad \mu_{\text{lev}} = 1.822 \times 10^{-5} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s}$$

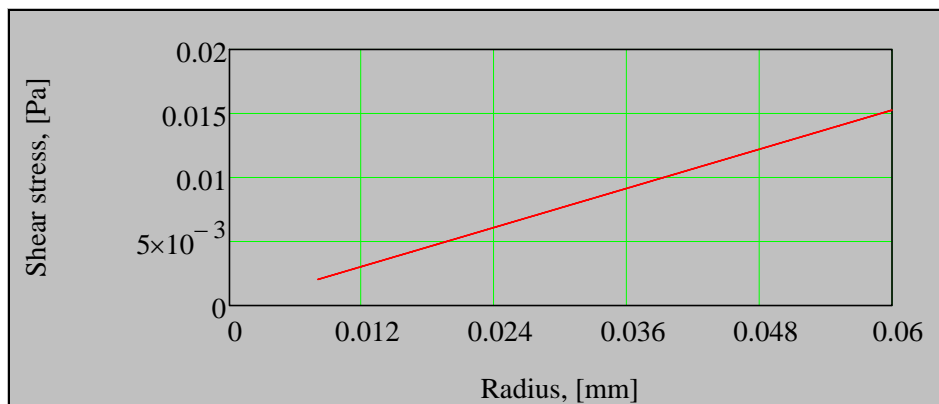
Tárcsa kerületi sebessége, példáuula külső  $R_m$  sugáron

$$v(r) := r \cdot \omega \quad v(R_{\text{tb}}) = 0.168 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(R_t) = 1.257 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A csúsztatófeszültség (így a légekavarási nyomaték, teljesítmény "veszteség") két térrészből ered, a tárcsa alsó/felső oldallapjainál levő " $l_0$ " méretű légrésekből (1) illetve a tárcsa palástjánál levő " $l_p$ " méretű légrésből (2).

1) OLDALLAP: Csúsztatófeszültség a tárcsa egyik oldallapján az " $l_0$ " méretű kis légrésnél (Newton viszkozitási törvénye szerint, közelítések: lamináris áramlás, lineáris sebességprofil a légrésben, így a csúsztatófeszültség:

$$\tau_0(r) := \mu_{\text{lev}} \cdot \frac{v(r)}{l_0}$$



1) Légekavarási nyomaték a tárcsa egy oldallapján

$$M_{I_0} := \int_{R_{\text{tb}}}^{R_t} r \cdot 2 \cdot r \cdot \pi \cdot \tau_0(r) \, dr$$

vagyis az állandókat kiemelve az integráljel elé:

$$M_{I_0} := \frac{\mu_{lev} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \omega}{I_0} \cdot \int_{R_{tb}}^{R_t} r^3 dr \quad M_{I_0} = 5.177 \cdot \text{mNmm}$$

Mindkét oldallapon összesen:  $2 \cdot M_{I_0} = 10.353 \cdot \text{mNmm}$

1) Légkavarási teljesítmény a tárcsa egy teljes oldallapjára:

$$P_{I_0} := M_{I_0} \cdot \omega \quad P_{I_0} = 0.108 \cdot \text{mW}$$

Mindkét oldallapon összesen:  $2 \cdot P_{I_0} = 0.217 \cdot \text{mW}$

2) PALÁST: Csúsztatófeszültség a tárcsa palástján a " $l_p$ " méretű kis légrésnél (Newton viszkozitási törvénye szerint, közelítések: lamináris áramlás, lineáris sebességprofil a légrésben, így a csúsztatófeszültség:

$$\tau_p := \mu_{lev} \cdot \frac{v(R_t)}{l_p} \quad \tau_p = 0.015 \cdot \text{Pa}$$

2) A tárcsa " $H_t$ " vastagságú palástjának felülete

$$A_p := 2 \cdot R_t \cdot \pi \cdot H_t \quad A_p = 4.524 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

2) A tárcsa palástján a csúsztatófeszültségből keletkező erő

$$F_{I_p} := \tau_p \cdot A_p \quad F_{I_p} = 6.904 \times 10^{-6} \cdot \text{N}$$

2) Légkavarási nyomaték a tárcsa palástján

$$M_{I_p} := F_{I_p} \cdot R_t \quad M_{I_p} = 0.414 \cdot \text{mNmm}$$

$$M_{I_p} = 0.414 \cdot \text{mNmm}$$

2) Légkavarási teljesítmény a tárcsa palástján

$$P_{I_p} := M_{I_p} \cdot \omega \quad P_{I_p} = 8.676 \times 10^{-3} \cdot \text{mW}$$

Összefoglalva az eredményeket:

	OLDALLAPOK	PALÁST
<b>M nyomaték:</b>	$2 \cdot M_{l0} = 10.353 \cdot \text{mNmm}$	$M_{lp} = 0.414 \cdot \text{mNmm}$
<b>P teljesítmény:</b>	$P_{l0} = 0.108 \cdot \text{mW}$	$P_{lp} = 8.676 \times 10^{-3} \cdot \text{mW}$

**Összes légkavarási veszteségnyomaték (tárcsa két oldala + palást)**

$$M_1 := 2 \cdot M_{l0} + M_{lp}$$

$$M_1 = 10.767 \cdot \text{mNmm}$$

$$M_1 = 10.767 \cdot \text{mNmm}$$

$$M_1 = 10.767 \cdot \text{mNmm}$$

**Összes légkavarási veszteségteljesítmény (tárcsa két oldala + palást)**

$$P_1 := 2 \cdot P_{l0} + P_{lp}$$

$$P_1 = 0.226 \cdot \text{mW}$$