Echappement à ancre suisse à repos équidistants

Impulsion d'entrée - Rapports de transmission ancre - balancier

Calibre 11 1/2''' - seconde au centre - automatique - balancier à vis

Référence :E:\Résonateur (TA)\Data\Calibre ASCBV.mcd(R)

$T_0 = 0.4\ s$ $\quad f = 2.5\ s^{-1}$ $\quad \omega_0 := 2\cdot\pi\cdot f$ $\quad J_b = 20\,mg\cdot cm^2$ $\quad \theta_0 = 270\,deg$

Coordonnée généralisée $\quad \psi$ = angle parcouru par l'ancre à partir de sa position de repos

Assortiment

Distance des centres balancier - ancre $\quad b = 3.4\,mm$

Distance des centres ancre - roue d'échappement $\quad a = 3.15\,mm$

Diamètre de la cheville $\quad d_{cheville} = 0.4\,mm$

Distance axe de balancier - centre de courbure de la cheville $\quad \rho_3 = 0.71\,mm$

Coefficient de frottement dent - palette $\quad \phi := 8\cdot deg$ $\quad f_c := tan(\phi)$ $\quad f_c = 0.141$

Angles parcourus par l'ancre

Angle de levée total de l'ancre $\quad \lambda_a = 12\,deg$ $\quad \beta_0 := \dfrac{-\lambda_a}{2}$

Angles de repos $\quad \varepsilon = 2.5\,deg$

Angles d'impulsion partagée $\quad \Delta\psi_{ep} = 6\,deg$ $\quad \Delta\psi_{ed} = 3\,deg$ $\quad \Delta\psi_{ie} = 9\,deg$

Déplacement de l'ancre lors de l'impulsion $\quad \varepsilon = 2.5\,deg$ $\quad \varepsilon + \Delta\psi_{ie} = 11.5\,deg$

Inclinaison de l'ancre (entrée de fourchette) $\quad \beta(\psi) := \beta_0 + \psi$ $\quad \beta(\varepsilon) = -3.5\,deg$ $\quad \beta(\varepsilon + \Delta\psi_{ie}) = 5.5\,deg$

Angles parcourus par le balancier

Angle de levée total du balancier $\quad \lambda_b = 48\,deg$

Distance des centres ancre - balancier $\quad b := \rho_2\cdot cos\left(\dfrac{\lambda_a}{2}\right) + \rho_3\cdot cos\left(\dfrac{\lambda_b}{2}\right)$ $\quad b = 3.396\,mm$

Rayon de la cheville de plateau $\quad \rho_{cheville} := 0.5\cdot d_{cheville}$ $\quad \rho_{cheville} = 0.2\,mm$

Relation entre angles parcourus par l'ancre et le balancier (double itération)

$$\theta_\psi(\psi, x) := racine\left[\rho_3\cdot\left(\frac{tan(x)}{tan(\beta(\psi))} + 1\right) - \frac{b}{cos(x)}, x\right] \qquad \theta_{ie}(\psi) := \left|\begin{array}{l} x \leftarrow 0 \\ x \leftarrow \theta_\psi(\psi, x) \\ x \leftarrow \theta_\psi(\psi, x) \\ x \end{array}\right.$$

Position du balancier au début du dégagement $\quad \theta_{die} := \theta_{ie}(0)$ $\quad \theta_{die} = -24\,deg$

Position du balancier au début d'impulsion $\quad \theta_{die} := \theta_{ie}(\varepsilon)$ $\quad \theta_{die} = -13.479\,deg$

Position du balancier en fin d'impulsion $\quad \theta_{die} := \theta_{ie}(\varepsilon + \Delta\psi_{ie})$ $\quad \theta_{die} = 21.788\,deg$

Transmission cheville de plateau - entrée de fourchette

Rapport des vitesses angulaires ancre - balancier $\kappa_{ie} = \omega_a / \omega_b$

Valeur de contrôle $\psi_m := \varepsilon + \frac{\Delta\psi_{ie}}{2}$ $\psi_m = 7\,deg$

$$r_2(\psi) := \rho_3 \cdot \frac{\sin(\theta_{ie}(\psi))}{\sin(\beta(\psi))} \qquad \alpha(\psi) := \beta(\psi) - \arctan\left(\frac{\rho_{cheville}}{r_2(\psi)}\right) \qquad r_3(\psi) := \rho_3 \cdot \cos(\theta_{ie}(\psi) + \beta(\psi))$$

$$R'_2(\psi) := r_2(\psi) \cdot \cos(-\beta(\psi) + \alpha(\psi))^{-1} \qquad R_3(\psi) := \sqrt{(R'_2(\psi) \cdot \sin(\alpha(\psi)))^2 + (b - R'_2(\psi) \cdot \cos(\alpha(\psi)))^2}$$

$$\gamma(\psi) := \arcsin\left(\frac{R'_2(\psi)}{R_3(\psi)} \cdot \sin(\alpha(\psi))\right) \qquad \kappa_{ie}(\psi) := \frac{R_3(\psi) \cdot \cos(\beta(\psi) + \gamma(\psi))}{R'_2(\psi) \cdot \cos(\beta(\psi) - \alpha(\psi))} \qquad \kappa_{ie}(\psi_m) = 0.263$$

$$\kappa_{ie}(\psi) := \frac{r_3(\psi)}{r_2(\psi)} \qquad \kappa_{ie}(\varepsilon) = 0.25 \qquad \kappa_{ie}(\psi_m) = 0.263$$

Rapport des couples balancier - ancre $\kappa'_{ie} = C_a / C_r$

$$k_t(\psi) := \frac{\tan(\beta(\psi) + \gamma(\psi))}{\tan(\beta(\psi) - \alpha(\psi))} \qquad k_t(\psi_m) = -2.673$$

$$\omega_a := 1 \qquad v_{ta}(\psi) := -\omega_a \cdot R'_2(\psi) \cdot \sin(\beta(\psi) - \alpha(\psi)) \qquad v_{tb}(\psi) := k_t(\psi) \cdot v_{ta}(\psi)$$

$$\varepsilon_F(\psi) := \frac{v_{ta}(\psi) - v_{tb}(\psi)}{|v_{ta}(\psi) - v_{tb}(\psi)|}$$

$$\kappa'_{ie}(\psi) := \frac{R_3(\psi) \cdot \cos[(\beta(\psi) + \gamma(\psi)) + \varepsilon_F(\psi) \cdot \phi]}{R'_2(\psi) \cdot \cos[(\beta(\psi) - \alpha(\psi)) + \varepsilon_F(\psi) \cdot \phi]} \qquad \kappa'_{ie}(\varepsilon) = 0.227 \qquad \kappa'_{ie}(\psi_m) = 0.253$$

Graphes

$n := 50$ $i := 0 .. n$ $\psi_i := \varepsilon + i \cdot \frac{\Delta\psi_{ie}}{n}$