

УДК 621.9

М.А. Грицай, Р.М. Полінкевич канд. техн. наук, доцент
Луцький національний технічний університет, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОР НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ПО ДЕМПФУЮЧІЙ ЗДАТНОСТІ

М.А. Gritsay, R.N. Polinkevich Ph.D., Assoc.Prof.

OPTIMIZATION PARAMETERS HYDROSTATIC TRANSMISSION TOWERS AT THE DESIGN STAGE BY DAMPING CAPACITY

Пропонується на стадії проектування оптимізувати конструкцію шпindelних вузлів з ГСО по демпфуючій здатності на відміну від існуючих методів оптимізацій по жорсткості і несучій спроможності.

Основною перевагою ГСО є висока демпфуюча здатність, що сприяє досить високій довговічності даних опор.

Однак проектування даних вузлів з ГСО, засноване лише на залежностях, що визначають статичну жорсткість і несучу здатність, приводить до неповного використання демпфуючої здатності, а відповідно і оцінки динамічної якості шпindelних вузлів (ШВ). Одним з найбільш опертивних і наглядних, а відповідно, і найбільш прийнятних на стадії проектування методів аналізу динамічних характеристик вузлів може бути метод визначення еквівалентної постійної часу демпфування $T_{h_{екв}}$. Еквівалентна постійна часу демпфування (в подальшому “постійна часу”) n послідовно з’єднаних пружно демпфуючих елементів ШВ

$$T_{h_{екв}} = \frac{1}{E_{екв}} \cdot \sum_{i=1}^n E_i T_{hi}, \quad (1)$$

$$E_{екв} = \sum E_i, \quad (2)$$

де T_{hi} – постійна часу i -го елемента;

E_i – податливість i -го елемента.

$$T_h = \frac{h}{j},$$

де j – жорсткість елемента;

h – жорсткість в’язкого тертя;

$$h = \frac{F}{\dot{X}},$$

де F – сила демпфування;

\dot{X} – швидкість руху.

При центральному положенні шпиделя в ГСО без дренажних канавок з чотирма карманами

$$T_{h_0} = 2\mu \frac{q+1}{q} \times \frac{(L-l) \times l}{P_H \times h_0^2}, \quad (3)$$

$$j_0 = \frac{(L-l) \times D \times q}{(1+q)(1+q+2\alpha)} \times \frac{P_H}{h_0}, \quad (4)$$

де D і L – діаметр і довжина підшипника, відповідно;

l – ширина кільцевого змикання карманів;

h_0 – радіальний зазор;

q – відношення гідравлічних опорів на виході із кармана і перемичками між карманами;

j_0 – жорсткість підшипника;

P_H – тиск насоса;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості.

Приклад оптимізації можна проілюструвати на оздоблювально-розточувальній головці з ГСО, спроектованій на основі запропонованого оцінкового аналізу демпфуючої здатності. Розрахункова схема головки приведена на рис. 1. Радіальна опора A і B мають: $D = L = 60$ мм;

$l = 3$ мм; $q = 1$; $\alpha = 0.3$; $h_0 = 20$ мкм.

Еквівалентна постійна часу в точці приведення C (вершини різця), згідно формули (1)

$$T_{\text{екв}} = \frac{1}{E_{\text{сш}} + E_{\text{сб}}} \times (E_{\text{сш}} \times T_{\text{шш}} + E_{\text{сб}} \times T_{\text{бб}}),$$

де $E_{\text{сш}}$ – податливість точки C ,

зумовлена прогином шпинделя і борштанги;

$E_{\text{сб}}$ – податливість точки в наслідок нежорстких опор;

$T_{\text{шш}}$ – постійна часу матеріалу шпинделя;

$T_{\text{бб}}$ – визначається за формулою (3).

Результати розрахунку приведені на рис. 2 ($\mu = 5 \text{сПз}$; $P_H = 1 \dots 6 \text{МПа}$).

З рис. 2 видно, що зниження тиску підведеного мастила від 6МПа до $1,5 \text{МПа}$ призводить до зростання постійної часу демпфування від 3×10^{-5} до 41×10^{-5} (\approx в 14 разів) при одночасному зниженні жорсткості в місці різання на 5%.

Як показала практика, головки з ГСО забезпечують високоякісне розточування деталей з особистою податливістю до 130мкм/Н , в той час коли подібні головки на опорах кочення (АР-25) допускають безвібраційну тонку обробку при податливості не більше $13 \dots 15 \text{мкм/Н}$.

Література.

1. Пуш А.В. Многокритериальная оптимизация шпиндельных узлов// Станки и инструмент. – №4. – 1987. – С. 14 – 18.
2. Пуш А.В. Расчет и проектирование гидростатических подшипников. Гидростатические подшипники. - М.: Мосстанкин, 1978. – 48 с.
3. Пуш А.В. Расчет сил демпфирования в гидростатических подшипниках// В кн.: Опоры скольжения с внешним источником давления. Вып. 3. – Красноярск: КПИ, 1979.

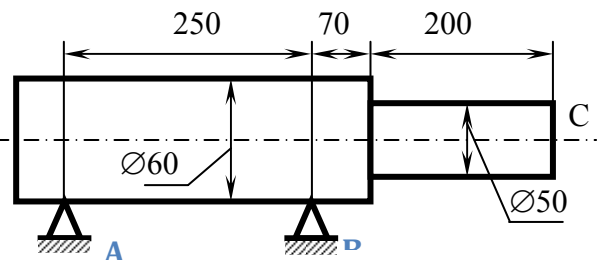


Рис. 1

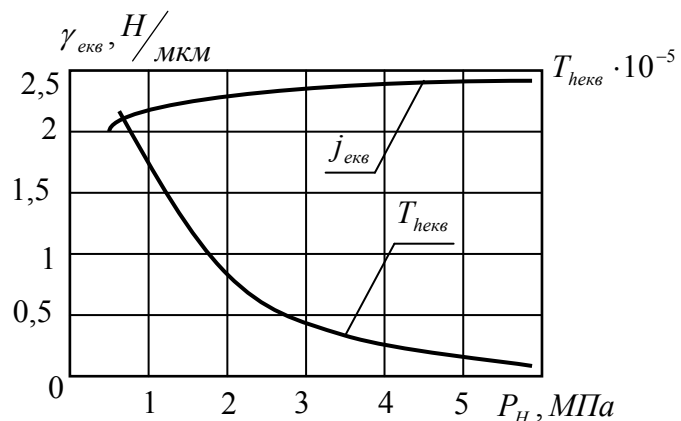


Рис. 2.