

Wiesław KANIEWSKI

Technical University, Łódź, Poland

Aleksander MAZURKOW

Technical University, Rzeszów, Poland

## METHODE DES AUSFÜHRLICHEN KONSTRUIERENS VOM SCHWIMMBÜCHSENLAGER

**Zusammenfassung.** Für das ausführliche projektieren wurden die Methode der Nachrechnungen bearbeitet, die Lagerungen unter Ausnutzung der statischen Charakteristiken des Schwimmbüchsenlagers prüfen. Die Charakteristiken wurden bei der Ausnutzung der Forschungsergebnisse von Grundeigenschaften des Ölfilm mit adiabatischem Modell der Ölströmung entwickelt. Die Methode wird von einem Beispiel illustriert.

### 1. Einführung

Im Einklang mit der allgemeinen Konstruktionstheorie [1] wurden zwei Grundetappen des Konstruierens angenommen: Vorkonstruieren und ausführliches Konstruieren. Jeder Etappe entsprechen physisches und mathematisches Konstruktionsmodell, Methodenalgorithmus sowie Computerprogramm.

Auf der Etappe des Vorkonstruierens eines Lagers, das in den Bedingungen der Flüssigkeitsreibung arbeitet, wird im allgemeinen im Schmierpalt das einfachste, dh. das isothermische Modell der Ölströmung von der konstanten dynamischen Viskosität angenommen. Sie entspricht der effektiven Temperatur, die aus der Wärmebilanz des Lagers bestimmt wird [2,3]. Das Resultat dieser Etappe ist die Menge der die funktionellen Anforderungen erfüllenden Konstruktionsformen.

Beim ausführlichen Konstruieren, in den Nachrechnungen wird das Berechnungsmodell angenommen, das möglichst genau die wirklichen Bedingungen der Lagerarbeit widerspiegelt. Das Ergebnis dieser Etappe ist die endgültige

Gestaltung der Lagerung sowie die Bestimmung seiner statischen Kennzeichens - der statischen und dynamischen Charakteristiken - der Feder und Dämpfungcharakteristiken.

In der darliegenden Bearbeitung wurde die Methode des Aufbaus von statische Charakteristiken dargestellt. Es ist ein integraler Teil des ausführlichen Konstruierens vom Schwimmbüchsenlager.

## 2. Schwimmbüchsenlager

Schwimmbüchsenlager (Abb.1) sind zylindrische Lager, die in den Bedingungen der Flüssigkeitsreibung arbeiten. Wegen der einfachen Ausführung, Montage sowie sehr guten dynamischen Eigenschaften werden diese Lager in hochtourigen Rotormaschinen verwendet.

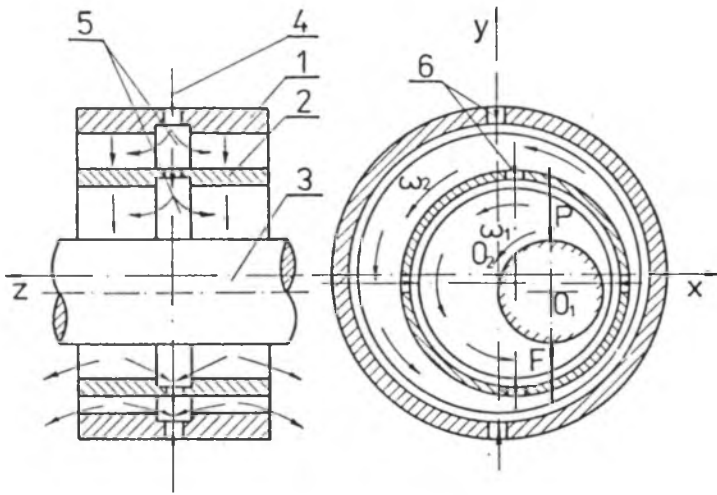


Abb.1. Uebliche Ausführung eines Schwimmbüchsenlagers

Das Lager besteht aus einer Schale (1), einer Büchse (2); denen durch die Löcher (6) unter Druck Öl zugeführt wird. Die Ringnut (5) gewährleistet gleichmäßige Ölzuführung den Äusseren und inneren Schmierpalten. Der um die Gleichgewichtslage  $O_1$  rotierende Zapfen (3) bewirkt durch den erzeugten Ölfilm das Rotieren der Büchse um die Gleichgewichtslage  $O_2$  mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega_2 \neq \omega_1$ . Die Resultanten der Drücke in Ölfilmen, Tragkraftkennzahl (F) kompensiert die Aussenbelastung des Lagers (P).

### 3. Methode des ausführlichen Konstruierens. Statische Charakteristiken

In den Forschungen der Lagereigenschaften wurde adiabatische Ölströmung angenommen. Das Lager arbeitet in den Bedingungen der Flüssigkeitsreibung. Das mathematische Modell des angenommenen physischen Modells wird durch das folgende Gleichungssystem beschrieben [5]:

- Geometrie der Ölfilme,
- thermische Öleigenschaften,
- Druckverteilung,
- Temperaturverteilung,
- Gleichgewicht der Kräfte und Momente.

Es ist ein sehr kompliziertes System, das nur numerisch gelöst werden kann.

Die Methode der Systemlösung ist folgend. Für die gegebene Zapfenlage in der Schale sucht man die Lagereigenschaften u.a. Tragfähigkeit, Druck und Temperaturverteilung, Reibungsmomente [6].

Beim ausführlichen Konstruieren für gegebene Parameter (Lagergeometrie, Belastung, Drehzahl) sowie für vorausgesetzte Parameter (Ölsorte sowie sein Druck und Temperatur an der Zuführung zum Lager) sucht man resultierende Parameter u.a. Schmierfilmdicke, maximale Temperatur, Reibungsmoment, maximalen Druck in Ölfilmen. Die Suche nach der Zapfengleichgewichtslage im Lager für gegebene dynamische, kinematische Bedingungen ist also invertierte Aufgabe im Vergleich mit der Aufgabe der Lösung von Gleichungen des mathematischen Modells.

Das Wesen der Aufbaumethode von statischen Charakteristiken des Lagers beruht auf der entsprechenden Verarbeitung der Grundforschungen [5]. Die Verarbeitung wird der Konstruktionsaufgabe dh. den gegebenen, vorausgesetzten und resultierenden Parametern zugeordnet.

Auf den Abbildungen 2 und 3 werden Beispielcharakteristiken für Lager von folgenden Angaben dargestellt:

- Nominalzapfendurchmesser  $D_1 = 120$  mm,
- Nominalschaledurchmesser  $D_4 = 132$  mm,
- relative Lagerspiel: Zapfen- Buchse- Schale  $\psi_1 = \psi_2 = 1,4 \text{ ‰}$ ,
- Lagerbreite  $B = 62$  mm.

Das Lager wird mit dem Öl Shell geschmiert, Zuführungdruck  $p_z = 0,1$  MPa, Zuführungstemperatur  $T_z = 38,5$  °C.

Die Charakteristiken wurden für die Drehzahl des Zapfens  $n_1 = 50 \div 333$  s<sup>-1</sup> ausgeführt was  $n_1 = (3 \div 20) \cdot 10^3$  entspricht.

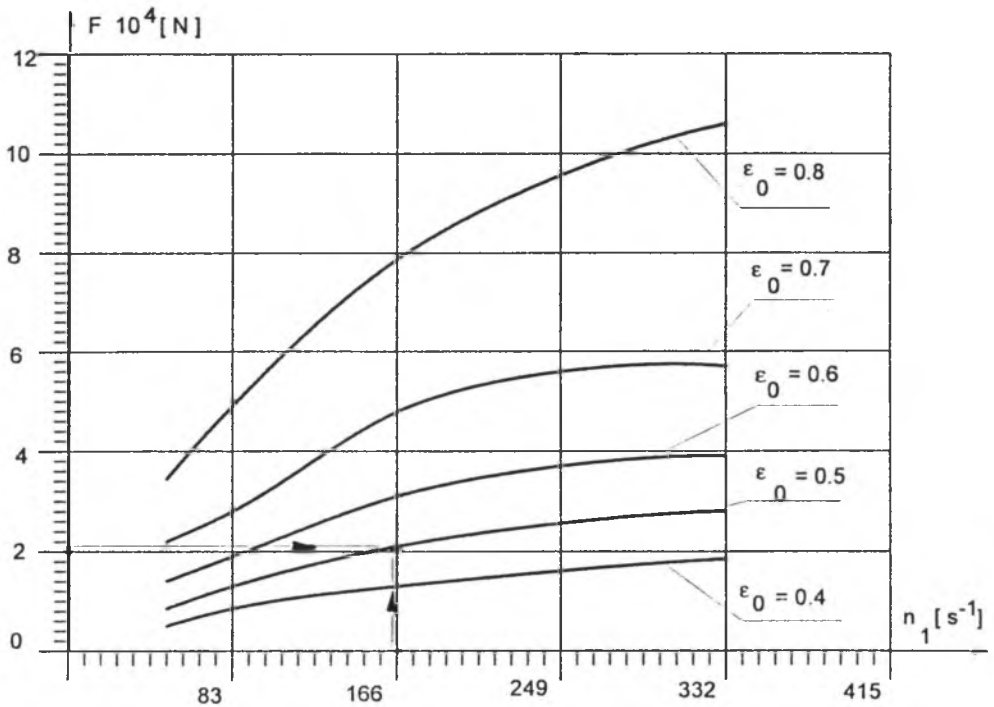


Abb.2. Relative Exzentrizität  $\epsilon_0$

#### 4. Beispiel

Man soll resultierende Parameter für folgende Daten bestimmen:

- gegebene Parameter: Lagerbelastung  $P = F = 2.10^4$  N,  
Zapfendrehzahl  $n_1 = 166$  s<sup>-1</sup>, ( $n_1 = 10000$  Min<sup>-1</sup>),
- vorausgesetzte Parameter: angegeben in P.3.

Für gegebene  $F$  und  $n_1$  wurde aus dem Diagramm (Abb.2) die Zapfenlage im Lager d.h. relative Exzentrizität  $\epsilon_0 = 0,5$  abgelesen. Für diese relative Exzentrizität und Zapfendrehzahl  $n_1 = 166$  s<sup>-1</sup> wurden aus den Diagrammen (Abb.3) resultierende Parameter

- maximale Ölfilmtemperatur  $T_{\max} = 67$  °C,
- Reibungsmoment des Lagers  $M_{t4} = 15$  Nm,

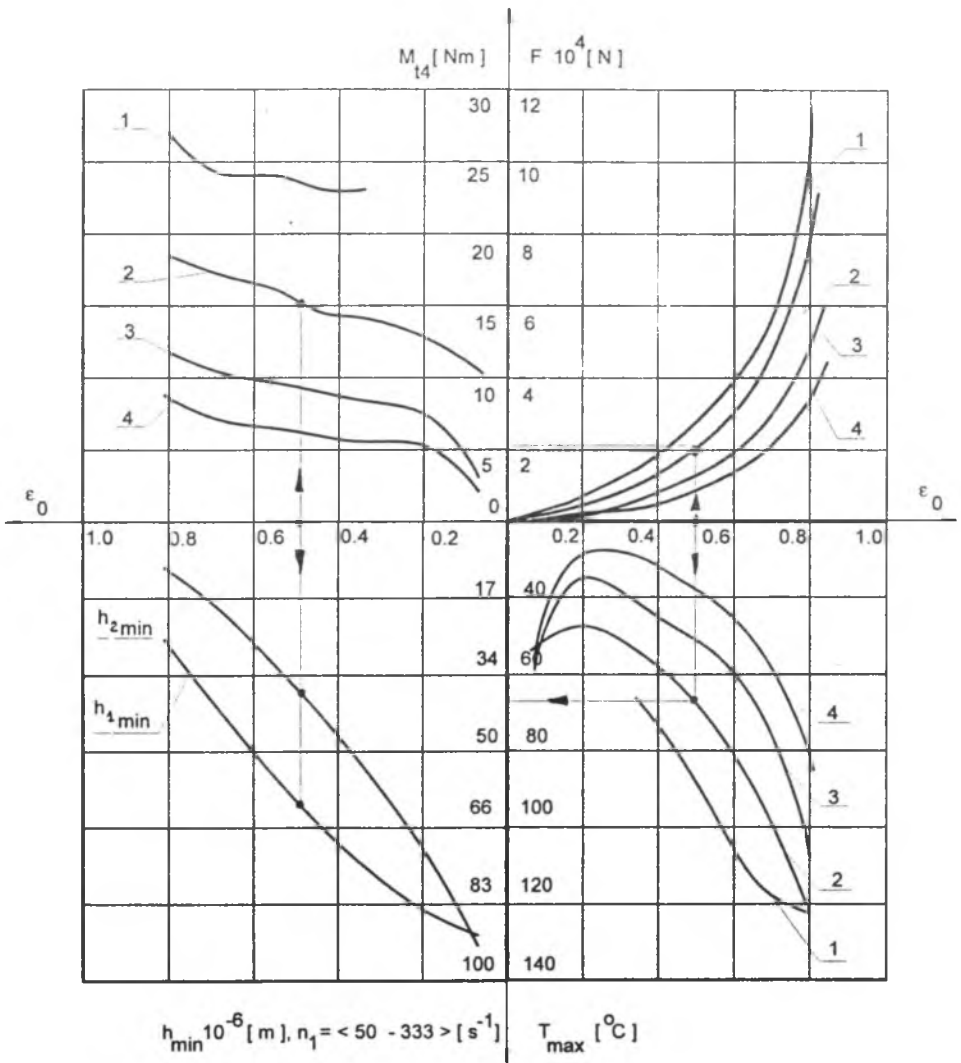


Abb.3. Statischen Charakteristiken des Schwimmbüchsenlagers. Linie 1 -  $n_1 = 333 \text{ s}^{-1}$ ,  
 2 -  $249 \text{ s}^{-1}$ , 3 -  $166 \text{ s}^{-1}$ , 4 -  $83 \text{ s}^{-1}$

- minimale Dicke der Ölfilme: Zapfen- Schwimmbüchse  $h_{\min} \varphi = 38 \mu\text{m}$ ,  
Schwimmbüchse- Schale  $h_{\min} \varphi = 60 \mu\text{m}$  abgelesen.

## 5. Schlussbemerkungen

1. Die dargestellte Methode ermöglicht dem Konstrukteur statische Eigenschaften des Lagers für gegebene Lagerparameter einzuschätzen, ohne zeitraubende Berechnungen.
2. Die Charakteristiken können mit weiteren für den Konstrukteur interessanten Parameter ausgebaut werden zB. maximaler Druck im Ölfilm, Menge des strömenden Öls, usw.
3. Die dargestellten Charakteristiken können auch von den Exploiteur ausgenutzt werden.

## LITERATUR

- [1] Osiński Z., Wróbel J.: Teoria konstrukcji maszyn. Seria Podstawy Konstrukcji Maszyn. PWN, Warszawa 1982.
- [2] DIN 31652. Gleitlager. Hydrodynamische Radialgleitlager in stationären Betrieb.
- [3] Bulushek, B.: Das Schwimmbüchsenlager bei stationärem Betrieb. Diss. ETH 6527, Zürich. 1980.
- [4] Swiderski, Wł.: Obliczenia współczynników sztywności i tłumienia adiabatycznego filmu olejowego. VIII Konf. nt. "Metody i środki projektowania wspomaganego komputerowo." Pol. Warszawska, Warszawa: 1991.
- [5] Mazurkow, A.: Termohydrodynamiczna teoria smarowania ślizgowego łożyska poprzecznego z panewką pływającą. Statyczne charakterystyki łożyska. Rozpr. doktorska. Pol. Rzeszowska, Rzeszów. 1993.
- [6] Mazurkow, A., Kaniewski, W.: Berechnung von Betriebsparameter des Schwimmbüchsenlagers. CIM 92-Zakopane. ZN Pol. Śląskiej, Mechanika z. 108. Pol. Śląska, Gliwice, 1992.

Praca została wykonana w ramach  
proj. badawczego KBN: 3 0968 9101.

Gutachter: Edward Tomasiak