TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN

Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme - Institut für Mechanik

FG Systemdynamik
und Reibungsphysik

Prof. Dr. Valentin L. Popov
M.Sc. Emanuel Willert

Kontaktmechanik und Reibungsphysik WiSe 2017/18 – HA 08

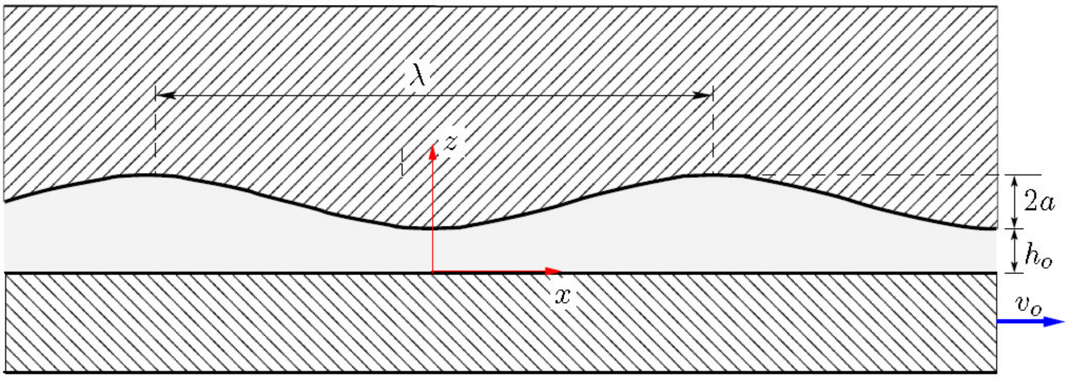
Abgabe: 15.02.2018

Aufgabe 1: Schmierung einer gewellten Oberfläche (9 Punkte)

Das untere Bild zeigt zwei starre Körper der Breite b, zwischen denen sich eine inkompressible Flüssigkeit mit der dynamischen Viskosität η befindet. Während sich der untere Körper mit der konstanten Geschwindigkeit v_0 nach rechts bewegt und eine ebene Oberfläche besitzt, ruht der obere Körper mit der gewellten Oberfläche

$$h(x) = h_0 + a\left[1-\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)\right]. \tag{1}$$

Der Spalt zwischen den Körpern soll sich nur "langsam" mit der Koordinate x ändern, sodass näherungsweise die Strömung an jedem Punkt als eine Strömung zwischen zwei parallelen Platten angesehen werden darf. Trägheitskräfte sollen aufgrund kleiner Reynoldszahlen vernachlässigt werden.



a) Bestimmen Sie zunächst die Geschwindigkeit des Fluides $v_x(x,z)$, indem Sie die Differentialgleichung (verwenden Sie das eingezeichnete Koordinatensystem)

$$\frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} = \frac{1}{\eta}\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}x} \tag{2}$$

allgemein lösen und die allgemeine Lösung den Randbedingungen anpassen.

b) Der Volumenstrom sei darstellbar als $Q = v_0 b\xi/2$. Bestimmen Sie aus der Periodizität des Drucks den Koeffizienten ξ und anschließend den Druckgradienten.

c) Bestimmen Sie als Maß für die Reibungskraft die mittlere Schubspannung an der unteren Platte $\langle\tau\rangle$ und stellen Sie $t := \frac{|\langle\tau\rangle| h_0}{\eta v_0}$ als Funktion von $\alpha := \frac{a}{h_0}$ grafisch dar.

Hinweis: Verwenden Sie zur Lösung der auftretenden Integrale die Lösungen aus der 12. Übung.

Aufgabe 2: Druckabhängigkeit der Viskosität (6 Punkte)

In hoch beanspruchten geschmierten Kontakten wie in Wälzlagern, Zahnrädern oder Nockenstößeln werden die Oberflächen der Kontaktpartner elastisch deformiert. Das Problem der Dynamik des Schmiermittels unter Berücksichtigung der elastischen Deformationen bezeichnet man als *Elastohydrodynamik*. In dieser Aufgabe untersuchen wir den Grenzfall *sehr hoher* Belastungen, $p(r=0)\to\infty$. Unter diesen Bedingungen muss die exponentielle Druckabhängigkeit der Viskosität berücksichtigt werden,

$$\eta = \eta_0 e^{\alpha p}. \tag{3}$$

Betrachten sie ein linear-viskoses Fluid, d.h. eine Newtonsche Flüssigkeit. Die Quetschströmung sei laminar und überall näherungsweise eben.

a) Bestimmen Sie die Annäherungsgeschwindigkeit zweier runder Platten bei starker Belastung.

b) Bestimmen Sie die Annäherungsgeschwindigkeit einer Kugel mit dem Radius R an eine Platte bei starker Belastung. Der Flüssigkeitsfilm sei sehr dünn im Vergleich zu R.

Hinweis: Die Beziehung für die Quetschströmung

$$\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}r} = 6\eta \frac{r\dot{h}}{h^3} \tag{4}$$

muss nicht noch einmal hergeleitet werden.