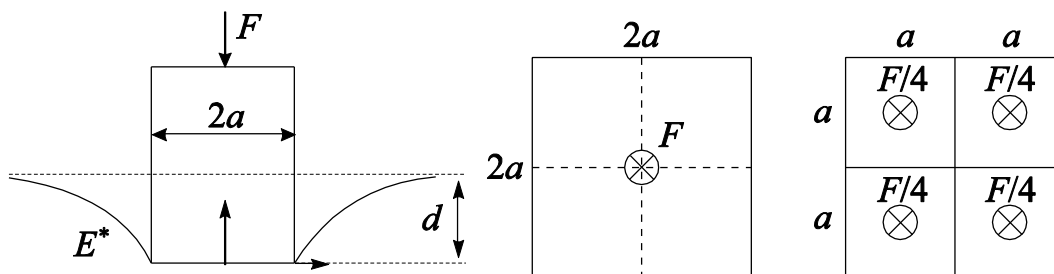


Kontaktmechanik und Reibungsphysik WiSe 2019/20 – HA 03

Abgabe: 05.12.2019

Aufgabe 1: Kontaktsteifigkeit des quadratischen Kontakts (7 Punkte)



Der Zusammenhang zwischen Normalkraft und Eindringtiefe für den quadratischen Flachstempel ist

$$F = 2SE^* ad, \quad (1)$$

mit einem Formfaktor S der Größenordnung 1, der wie folgt näherungsweise bestimmt werden soll.

(a) Aus Symmetriegründen ist klar, dass die Normalkraft gleichmäßig auf die Mittelpunkte der vier Unterquadrate verteilt werden kann (siehe Abbildung oben rechts). Bestimmen Sie näherungsweise die Eindringtiefe (z.B. die Absenkung des Unterquadrats oben links) für dieses Problem (in Abhängigkeit von S), indem Sie annehmen, dass die Kräfte auf die anderen Unterquadrate Punktlasten sind. Nutzen Sie dabei die Fundamentallösung des elastischen Halbraums (siehe Vorlesung).

(b) Die in (a) bestimmte Eindringtiefe muss mit Gleichung (1) übereinstimmen. Bestimmen Sie so S .

Aufgabe 2: Konischer Normalkontakt mit JKR-Adhäsion (9 Punkte)

Untersuchen Sie den adhäsiven Normalkontakt zwischen einem starren konischen Indenter mit dem Neigungswinkel θ und einem elastischen Halbraum mit dem effektiven E-Modul E^* ; die spezifische Oberflächenenergie sei $\Delta\gamma$. Die Lösung des nicht-adhäsiven Problems lautet:

$$d^{n.a.}(a) = \frac{\pi}{2} a \tan \theta, \quad F_N^{n.a.}(a) = \frac{\pi}{2} E^* a^2 \tan \theta, \quad U_{el}^{n.a.}(a) = \frac{\pi^2}{12} E^* a^3 \tan^2 \theta. \quad (2)$$

(a) Bestimmen Sie analog zur Übung die elastische Energie als Funktion des Kontaktradius und der Eindringtiefe d , wenn der Kegel zunächst ohne Berücksichtigung der Adhäsion bis zum Kontaktradius a eingedrückt und anschließend das ganze Kontaktgebiet um Δl angehoben wird.

(b) Bestimmen Sie die Gleichgewichts-Konfiguration aus dem Minimum der Gesamtenergie und zeigen Sie durch explizite Rechnung, dass die Beziehung für das Gleichgewicht

$$\Delta l(a) = \sqrt{\frac{2\pi a \Delta\gamma}{E^*}} \quad (3)$$

auch für den konischen Kontakt gültig ist (sie gilt übrigens für alle axialsymmetrischen Kontakte).

(c) Bestimmen Sie die maximale Adhäsionskraft für den konischen Kontakt.