

Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci
Specifický cíl A2: Rozvoj v oblasti distanční výuky, online výuky a blended learning

NPO_TUL_MSMT-16598/2022



Mezivláčenné kontakty

Ing. Iva Mertová, Ph.D.





Mezivláčenné kontakty

cvičení 12 navazuje na přednášku | **Mezivláčenné kontakty**

Kontakty

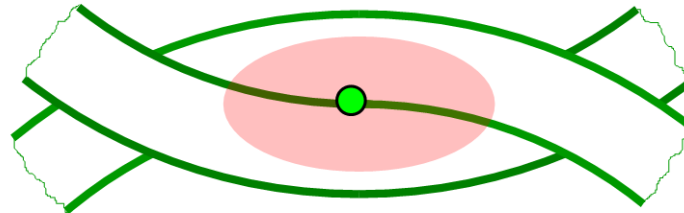
Kontakt – styk dvou vláken

☞ bodový kontakt (●), nebo

☞ plošný kontakt (●)

Kontaktní místo – místo na vlákně, kde dochází ke styku s jinými vlákny

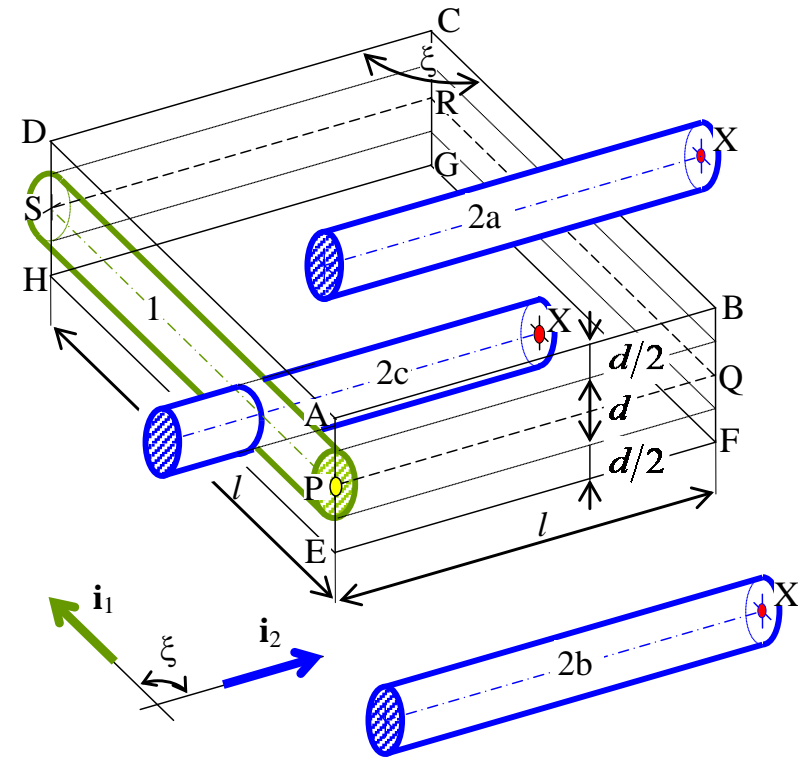
1 kontakt = 2 kontaktní místa



KONTAKTY PODLE C. M. VAN WYKA

Předpoklady:

1. Vlákenný útvar je složen z rovných vláken
2. Všechna vlákna mají stejnou délku l
3. Všechna vlákna jsou válcová s průměrem $d \ll l$
4. Vlákna jsou uspořádána náhodně ve vlákenném útvaru



Uložení (modelových) vláken v prostoru je dáno:

- Směrem, tj. dvojicí úhlů $\vartheta \in (0, \pi/2)$, $\varphi \in (0, 2\pi)$ (viz orient.)
- Polohou, tj. souřadnicemi jednoho (např. krajního bodu)

Základní idea:

Tam, kde nehmotná vlákna (válce) by se vzájemně pronikala, hmotná vlákna skončí v kontaktu

Pravděpodobnost, že vlákna budou v kontaktu je rovna pravděpodobnosti, že nehmotná vlákna (válce) budou mít společný průnik.

Počet kontaktních míst ve vlákněném útvaru M

$$M = \frac{2dl^2N^2I}{V_c}$$

Počet kontaktů ve vlákněném útvaru n

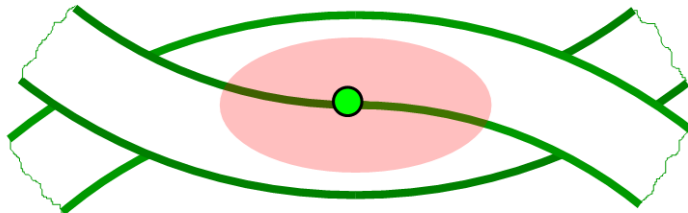
Celkový počet vláken ve vlákněném útvaru...N

Průměr vlákna...d

Délka vlákna...l

Celkový objem vlákněného útvaru ... V_c

Statistická charakteristika směrového rozložení vláken (určitý integrál, jehož hodnota se pohybuje v rozmezí od 0 do 1) ...I



$$n = \frac{dl^2N^2I}{V_c}$$

Hustota a vzdálenost kontaktů

Objem vláken v útvaru... V
celkový objem útvaru... V_c

Platí: $V = N \left(\pi d^2 / 4 \right) l$

Z definice zaplnění μ plyne $V_c = \frac{V}{\mu} = \frac{N \left(\pi d^2 / 4 \right) l}{\mu} = \frac{N \pi d^2 l}{4 \mu}$

Hustota kontaktů (počet kontaktů v jednotce objemu)

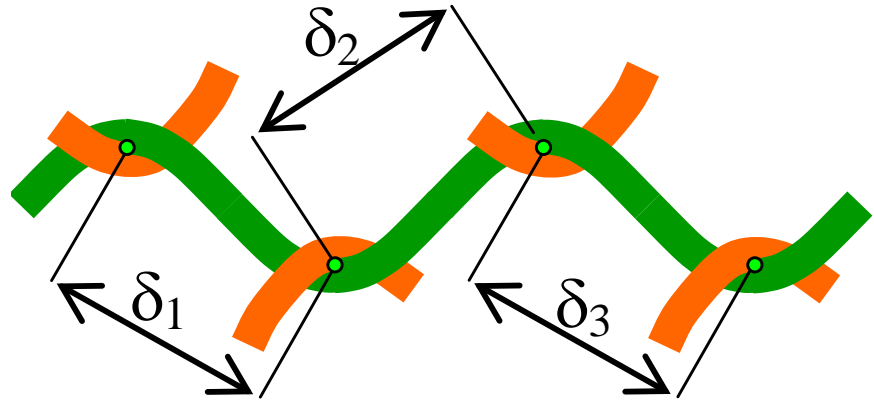
$$\nu = \frac{\overset{=dl^2N^2I/V_c}{\underbrace{n}}}{V_c} = \frac{d l^2 N^2 I}{\left(\underbrace{V_c}_{=N\pi d^2 l / (4\mu)} \right)^2} = d l^2 N^2 I \frac{16\mu^2}{N^2 \pi^2 d^4 l^2} = \frac{16I}{\pi^2 d^3} \mu^2$$

$$k_\nu = \frac{16I}{\pi^2 d^3}$$

...konstanta,

$$\nu = k_\nu \mu^2$$

Vzdálenosti sousedních kontaktů: $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots$
 Střední vzdálenost... $\bar{\delta}$



Platí

$$\bar{\delta} = \frac{N l}{\underbrace{M}_{=2d l^2 N^2 I / V_c}} = \frac{N l}{2d l^2 N^2 I / \underbrace{V_c}_{V_c = N \pi d^2 l / (4\mu)}} = \frac{N l}{2d l^2 N^2 I} \frac{N \pi d^2 l}{4\mu} = \frac{\pi d}{8I} \frac{1}{\mu}$$

Střední vzdálenost sousedních kontaktů

$$\boxed{k_\delta = \frac{\pi d}{8I}} \dots \text{konstanta,}$$

$$\boxed{\bar{\delta} = \frac{k_\delta}{\mu}}$$

Pravidelné uspořádání vláken

$$V_c = d^3, \quad V = \frac{\pi d^2}{4} d = \frac{\pi d^3}{4}, \quad n = 1$$

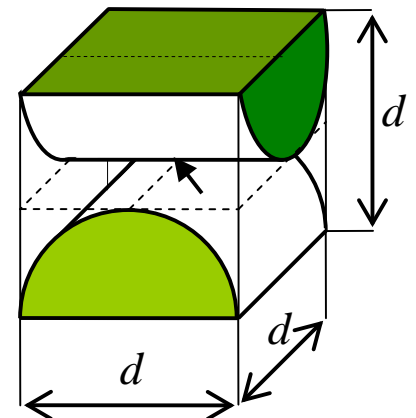
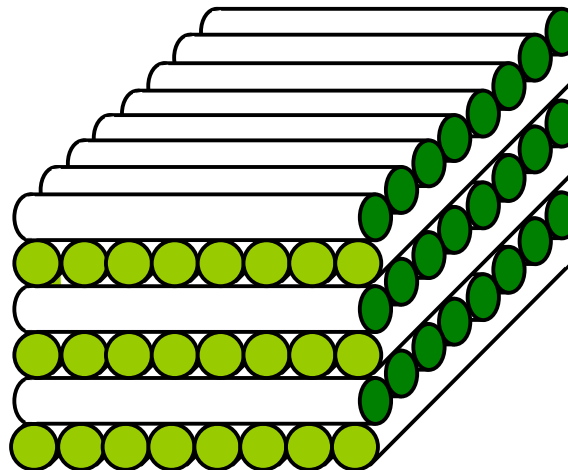
$$\mu = V/V_c = (\pi d^3/4)/d^3 = \pi/4 \doteq 0,7854$$

$$\upsilon = \frac{16I}{\pi^2 d^3} \left(\underset{=\pi/4}{\mu} \right)^2 = \frac{1}{d^3}$$

$$I = 1$$

$$k_\upsilon = \frac{16}{\pi^2 d^3}; k_\upsilon = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{\rho}{t} \right)^{3/2}$$

$$k_\delta = \frac{\pi d}{8}; k_\delta = \frac{\sqrt{\pi}}{4} \sqrt{\frac{t}{\rho}}$$



Příklad 1:

Vypočtete hustotu kontaktů a střední vzdálenost kontaktů v balíku vlněných vláken.

Je dáno:

Rozměry balíku 1.5x1.2x1 m, hmotnost balíku $m=500\text{kg}$ a jemnost vláken $t=0,55\text{tex}$.

$$\mu = V/V_c = m/(abc\rho) = 0.212$$

$$d = \sqrt{\frac{4t}{\pi\rho}} = 0.0231\text{mm}$$

$$k_v = \frac{16}{\pi^2 d^3} = 1.31 \cdot 10^5 \text{mm}^{-3}$$

$$k_\delta = \frac{\pi d}{8} = 9.08 \cdot 10^{-3} \text{mm}$$

$$\nu = k_v \mu^2 = 5898 \text{mm}^{-3}$$

$$\delta = \frac{k_\delta}{\mu} = 0.0428 \text{mm}$$

Příklad 2:

Určete hustotu kontaktů, střední vzdálenost kontaktů a ekvivalentní průměr pórů v bavlněné mykané přízi. Předpokládejte válcové póry.

Je dáno:

Zaplnění příze $\mu=0.45$, tvarový faktor bavlněných vláken $q=0.47$ a jemnost vláken $t=0,16\text{tex}$.

$$d = \sqrt{\frac{4t}{\pi\rho}} = 0.0116\text{mm}$$

$$d_p = \frac{d}{1+q} \cdot \frac{1-\mu}{\mu} = 0.0096\text{mm}$$

$$k_v = \frac{16}{\pi^2 d^3} = 1.045 \cdot 10^6 \text{mm}^{-3}$$

$$k_\delta = \frac{\pi d}{8} = 4.55 \cdot 10^{-3} \text{mm}$$

$$v = k_v \mu^2 = 211576 \text{mm}^{-3}$$

$$\delta = \frac{k_\delta}{\mu} = 0.0101\text{mm}$$

Příklad 3:

Vypočtete střední vzdálenost kontaktních míst u dané příze, vlněné česané.

Je dáno:

Jemnost příze $T=30\text{tex}$, průměr příze $D = 0.25\text{mm}$ a průměr vláken $d=20\mu\text{m}$.

$$\mu = \frac{4T}{\pi D^2 \rho} = 0.467$$

$$k_\delta = \frac{\pi d}{8} = 7.85 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{k_\delta}{\mu} = 0.0168 \text{ mm}$$