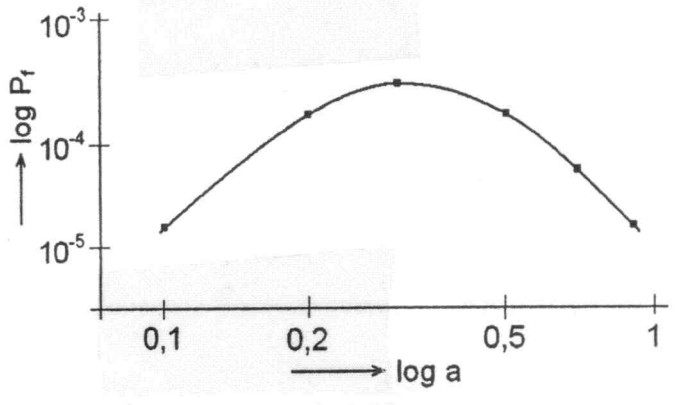


5. Korekce fraktální odhadů

Z předchozího : stanovení závislosti $E_{f,d}(a)$ - vztazně se projevují rozdíly u jednotlivých velikostí částic

$E_{f,d}(a)$ - nemůžeme přímo experimentálně ověřit.

Experimenty na vláknité vstře \rightarrow závislost $E_f(a)$, resp. $P_f(a)$



Závislost $E_f(a)$, vyjádřená v normálních souřadnicích - u většiny filtr. materiálů se přibližuje hodnotě "1"

- Rozdíly v odhadování vláknité vstře lze vyjádřit u závislosti $P_f(a)$ v logaritmických souřadnicích

$P_f(a)$ v logaritmických souřadnicích

Výsledky experimentů na vláknité vstře - $E_{f,exp}(a)$, resp.

$P_{f,exp}(a)$ - převést na izolované vlákno "i"

$$E_f = 1 - \exp(-E_{f,d} \cdot d)$$

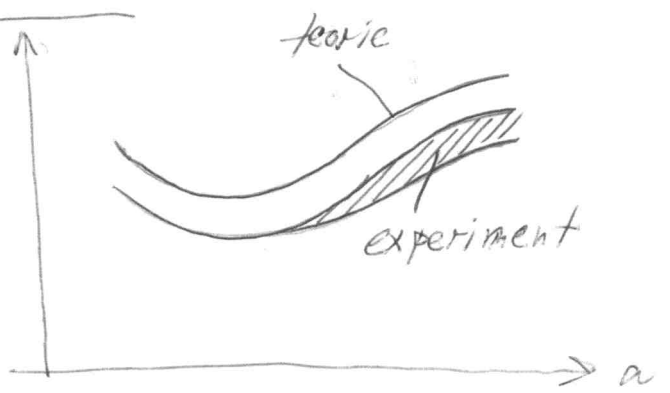
$$\ln(1 - E_{f,d}) = \ln P_{f,exp} = -E_{f,d,exp} \cdot d$$

$$E_{f,d,exp} = \frac{-\ln P_{f,exp}}{d} = \frac{-\ln(1 - E_{f,exp})}{d}$$

\uparrow experimentálně (nepřímě) stanovená hodnota fraktální odhadů izolovaného vlákna

Porovnání závislosti $E_{f,d}(a)$ a $E_{f,d,exp}(a)$

III - oblast "experimentálně" $E_{f,d}$ zjištěných závislosti $E_{f,d,exp}(a)$



- Rozbor a analýza rozdělů mezi $E_{10}(a)$ - teorií a $E_{10}(\exp(a))$ - experimentem \rightarrow 2 funkce teoretické závislosti:

- funkce na nerovnoměrné rozdělení vláken ve vrstvě J_1
- funkce na odskok částic J_2

\Downarrow korigovaná frakční odlišnost izolovaného vlákna

$$E_{10}' = E_{10} \cdot J_1 \cdot J_2$$

Pozn.: dle se nebude používat index "f" frakční

korigovaná frakční odlišnost
vlastní vrstvy E'

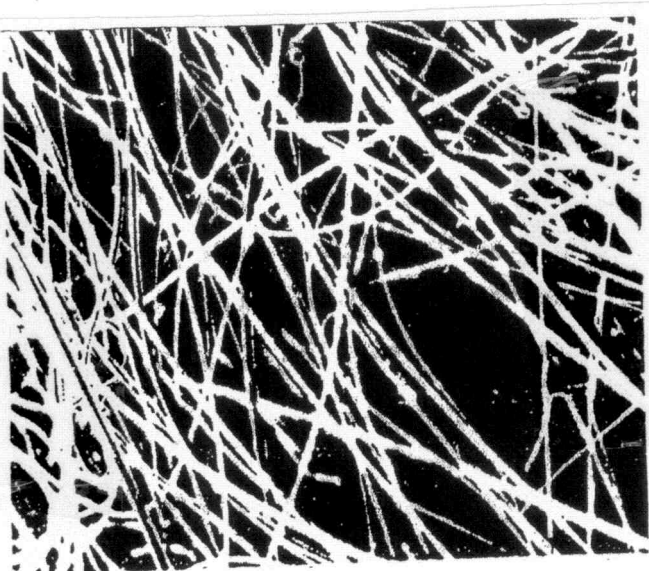
$$E' = 1 - \exp(-J_1 J_2 E_{10} \cdot d) = 1 - \exp(-E_{10}' \cdot d)$$

$$J_1, J_2 = 0 \div 1$$

5.1 funkce na nerovnoměrné rozdělení vláken ve vrstvě

V praxi - vlákna nejsou rovnoměrně rozdělena.

Reálná vrstva - nižší odlišnost než u vrstvy s rovnoměrně rozdělenými vlákny

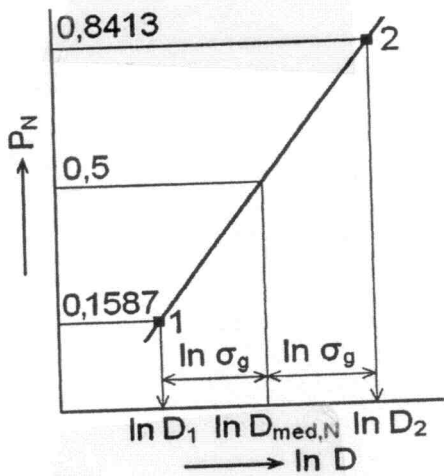


Výsledkem nerovnoměrnosti - pomocí tzv. "rozdělení dle" ve vrstvě



Analýza šířky vláknitých vrstev - dle rozdělení podle logaritmu do-pravděpodobnostního rozdělení

$$f_N(D) = \frac{1}{D \ln \sigma_g \sqrt{2\pi}} \exp \left[- \frac{(\ln D - \ln D_{med, N})^2}{2 \ln^2 \sigma_g} \right]$$



Parametry rozdělení:

$\ln D_{med,N}$

$\ln \sigma_g$

Korekce $\gamma_1 = f(\ln \sigma_g)$

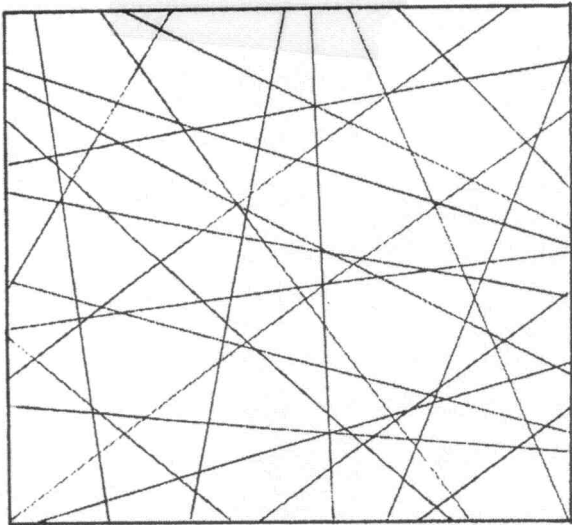
dle jednotlivých autorů:

$\gamma_1 = \exp(-4,6 \sigma^2)$ $\sigma \equiv \ln \sigma_g$

Benarie (1969)

$\gamma_1 = \exp(-4,5 \sigma^2)$ Jodeit (1985)

$\gamma_1 = \exp(-3,0 \sigma^2)$ Čad (1986, 1987)



Vláknitá vrstva vzniklá náhodně generovanými čarami

Čai - porůzň filtráčnů materiálů firmy Camfil. Parametry rozdělení děr stanoveng porovnáním sůsměrně vláknité vrstvy s atlasem „Vláknitýe vrstvy“, které vznikly náhodně generovanými čarami a podstatově stanovengými parametry $\sigma \equiv \ln \sigma_g$ a $D_{med,N}$.

1 a vrstvy vznikly náhodně generovanými čarami - rozdělení děr dle (log.-pravděpodobnostního rozdělení).

„Teorie děr ve vláknité vrstvě“

- běžné vrstvy $\sigma = 0,4 \div 0,7$, kvalitns vrstvy $\sigma = 0,2 \div 0,4$, méně kvalitns $\sigma > 0,8$.

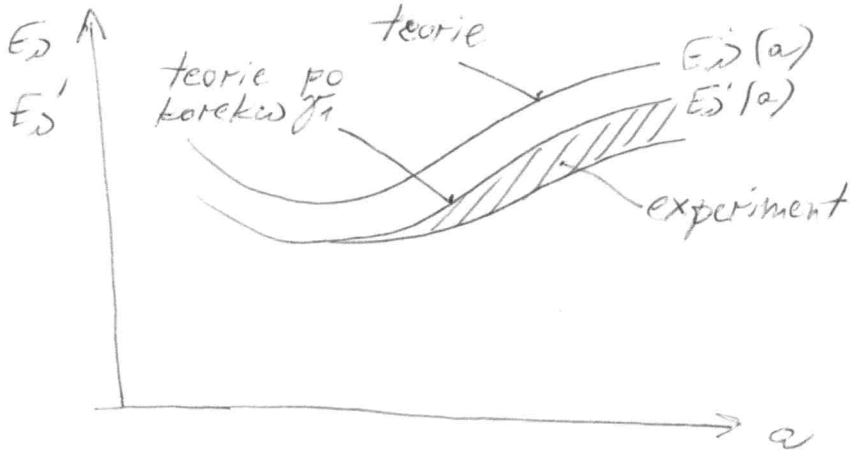
Korekce dle $\gamma_1 = \exp(-3,0 \sigma^2)$

σ	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
----------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

γ_1	1	0,8869	0,7634	0,6188	0,4724	0,3336	0,2239	0,1466	0,0880	0,0498
------------	---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

vřznamné hodnoty ($\gamma_1 = 0,62 \div 0,23$) pro běžné vláknité vrstvy.

5.2 Korekce na odskok



korekce na nerovnoměrné rozdělení vláken - snížení $E_D(a)$ na $E_D'(a)$.

V oblasti menších částic $a < 0,5 \mu m$ - $E_D'(a)$ se shoduje s $E_{D,exp}(a)$

V oblasti větších částic $a > 0,5 \mu m$ - $E_{exp}(a) < E_D'(a)$

Průběh - odskokem částic po dopadu na vlákno

Odskok částic - složitý děj, řada faktorů
 - závisí na a, ϕ, d , vlastice (velikost, směr), fyzikálních vlastnostech materiálu částice i vlákna

Řešeno hlavně v Německu (Karlsruhe)

Zjednodušené řešení - pouze vliv adhezních sil a energie dopadající částice

Soudinitel J_2 - hodnocení z kvalitativního hlediska

parametry ovlivňující odskok částic - α
 Re_d
 Stk

Caó, Peterson - analýza experimentů z Karlsruhe

$$J_2 \sim \alpha^m \cdot Re_d^n \cdot Stk^p$$

$$J_2 \sim a^x \cdot v_0^y \cdot d^z$$

$$x = m + 2p, \quad y = n + p$$

$$z = n - p$$

Caó (1987) $J_2 \sim a^{-3,72} \cdot v_0^{-1,46} \cdot d^{0,72}$

Čav (1987) - analýza vlastních experimentů

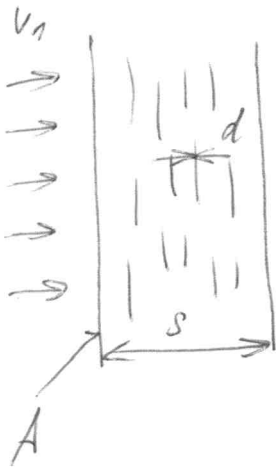
$$\gamma_2 \sim a^{-3/2} v_E^{-1/4} d^{5/4}$$

⇒ společně kvalitativní závěry

γ_2 se snižuje, když a se zvětšuje
 v_E se zvětšuje
 d se zmenšuje

6. Tlaková ztráta duté vláknité vlny

$$\Delta p_2 = \frac{F_T \cdot L}{A} \quad (\text{Pa})$$



$$L = \underbrace{A \cdot S(1-\epsilon)}_{\text{objem materiálu}} \frac{4}{\pi d^2} = A \cdot \frac{4(1-\epsilon)S}{\pi d^2} \quad (\text{m})$$

$$F_T = \int d \cdot d \cdot \xi \cdot \frac{v_E^2}{2} \rho \frac{1}{\xi} = \int d \cdot d \cdot \frac{v_E^2}{2} \rho \quad (\text{N/m})$$

(L - vrátka délka vlákna ϕd)

$$f_d = \frac{\alpha}{Re_d} \quad Re_d = \frac{v_E d \rho}{\eta}$$

$$\Rightarrow F_T = \frac{\alpha \eta}{v_E \rho \xi} \cdot \frac{v_E^2}{2} \rho = \frac{\alpha \eta v_E}{2} \Rightarrow F_T \sim v_E^1$$

lineární závislost

$$\Delta p_2 = \frac{F_T \cdot L}{A} = \frac{1}{A} \underbrace{\frac{\alpha \eta v_E}{2}}_{F_T} A \underbrace{\frac{4(1-\epsilon)S}{\pi d^2}}_L = \left(v_E = \frac{v_1}{\epsilon} \right) =$$

$$= \frac{2(1-\epsilon)\alpha}{\pi \epsilon} \cdot \frac{\eta S v_1}{d^2}$$

↑ $(d_{mz})^2$

- kvalitativní význam vztahu

ve skutečnosti $f_d = \frac{\alpha}{Re_d}$ vliv ϵ

$$\Delta p_2 \sim v_1^1$$

$$\Delta p_2 \sim S$$

$$\Delta p \sim \frac{1}{(d_{v,2})^2}$$

Vztahy pro Δp_2 s kvantitativním vyznamem - proudové pole v okolí vláknů a tedy i odpor vláknů - ovlivněno přítomností sousedních vláken.

$$\Delta p_2 \text{ ideální vláknité vstupy } \Delta p_2 = \frac{v_1 S \eta}{R^2} \Pi$$

Π ... bezrozměrná tlaková ztráta

R ... poloměr vláknů

Rada teoretických vztahů pro $\Pi = f(\epsilon, \text{resp. } C, Re_d', Kn)$
modifikované Re

Příklady teoretických vztahů

Vazké lambovo pole (Ikemall, 1950)

$$\Pi_{\text{teor}} = \frac{4}{3} \frac{C}{1-C} \frac{4 - \ln Re_d'}{2 - \ln Re_d'}$$

Vazké obtékaní ($Re_d' < 1$) s vlivem sousedních vláken

(Kuwabara, 1959)

$$\Pi_{\text{teor}} = \frac{8C}{-\ln C + 2C - \frac{C^2}{2} - \frac{3}{2}}$$

Vliv skluzu - korekce předchozího vztahu (Pick, 1966)

$$\Pi_{\text{teor}} = \frac{8C(1 + 1,996 Kn)}{-\ln C + 2C - \frac{C^2}{2} - \frac{3}{2} + 1,996 Kn (-\ln C + \frac{C^2}{2} - \frac{1}{2})}$$

Teoretické vztahy - předpoklad rovnoměrného rozdělení
vláken ve vřetvě, \perp natěčený plyn na vlákna

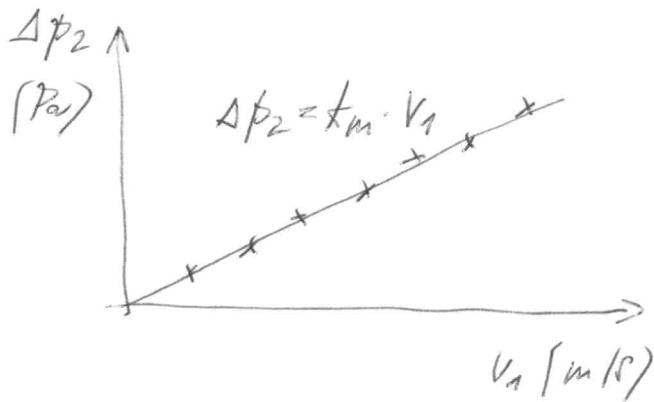
Experimentální vztahy $\rightarrow \Pi_{exp}$

$$\Pi_{exp} = 16 c^{1.5} (1 + 56 c^3) \quad (\text{Davies})$$

$$\Pi_{exp} < \Pi_{teor}$$

Korekce teoreticky zjištěné závislosti $\Pi_{teor} = f(c)$

$$\rightarrow \Delta p_2 = f(v_1)$$



$$\Delta p_2 = \frac{v_1 s \eta}{R^2} \cdot \Pi_{exp}$$

$$\Delta p_2 = v_1 \cdot k_m$$

$$v_1 k_m = \frac{v_1 s \eta}{R^2} \cdot \Pi_{exp}$$

$$\Pi_{exp} = k_m \frac{R^2}{s \eta} = k_m \frac{(\overline{d_{N,2}})^2}{4 s \eta}$$

$$E = 1 - c \Rightarrow \Pi_{teor}$$

$$\Pi_{teor} \times \Pi_{exp} \rightarrow \Pi_{exp} < \Pi_{teor}$$

Korekce teoretické hodnoty Π_{teor}

na základě experimentů s filtr. materiálem firmy Comfil
(KTH)

$$\Pi_{teor, kor} = \Pi_{teor} \cdot \exp\left(-\frac{4}{3} \ln^2 \sqrt{c}\right) \quad \Pi_{teor, kor} < \Pi_{teor}$$

vlastní tlaková ztráta čisté vlastního vrstvy

$$\Delta p_2 < \Delta p_{2, \text{teor}}$$

$$\Delta p_2 = \Delta p_{2, \text{teor}} \cdot \exp\left(-\frac{4}{3} \ln^2 \sqrt{g}\right)$$

$$\Pi_{\text{teor}} \frac{4534}{(d_{1,2})^2}$$

Pozn.: při použití ~~ve~~ experimentálně zjištěného vztahu dle Daviese (nebo jiného odvozeného z experimentu) pro výpočet tlakové ztráty - korekce tlakové ztráty se pak jde neprovádět