

#### Detekce zdánlivého přístěnného skluzu v mikrodisperzních kapalinách

Pěnkavová, Věra 2015 Dostupný z http://www.nusl.cz/ntk/nusl-201158

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL). Datum stažení: 05.05.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

# Detekce zdánlivého přístěnného skluzu v mikrodisperzních kapalinách

Pěnkavová V., Tihon J., Wein O.



Oddělení vícefázových reaktorů, Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i. Praha Česká republika

**CHISA 2015** 





 $U, \mathrm{ms}^{-1}$ rychlost smykové napětí  $\sigma$ , Pa  $\dot{\gamma}$ , S<sup>-1</sup> smyková rychlost tloušťka štěrbiny h,m  $\dot{\gamma}_{app}$ , s<sup>-1</sup> zdánlivá smyková rychlost *u*, ms<sup>-1</sup> skluzová rychlost *b*, m extrapolovaná skluzová délka,  $b = u[\sigma] / \dot{\gamma}[\sigma]$ 

 $2u[\sigma]/h$  $\dot{\gamma}[\sigma] + 2u[\sigma]/h$ 

9.-12.11.2015



CHISA 2015

Celkový kinematický efekt G:

 $G(\sigma, h) = F(\varphi[\sigma]) + S(\chi[\sigma], h)$ 

Tokový příspěvek *F*.  $\varphi[\sigma] = \dot{\gamma}[\sigma]/\sigma$ **KAPALINA**  Skluzový příspěvek S.  $\chi[\sigma] = u[\sigma] / \sigma$ MEZIFÁZÍ

Relativní skluzový příspěvek A:

 $A = \frac{S}{G}$ 

**CHISA 2015** 

#### V taveninách polymerů vede "stick-slip" efekt k deformaci extrudátu.

Hatzikiriakos, S.G., Wall slip of molten polymers. *Progress in Polymer Science* **2012**, *37*(4), 624-643.



#### Na solvofobních površích nelze skluz korelovat s tlakovou ztrátou.

Vinogradova, O.I., Slippage of water over hydrophobic surfaces. International Journal of Mineral Processing **1999**, *56*(1-4), 31-60. Granick, S.; Zhu, Y.; Lee, H., Slippery questions about complex fluids flowing past the solids. *Nature Materials* **2003**, *2*, 221-227.



# Zdánlivý přístěnný skluz (AWS)



Barnes, H.A., A Review of the Slip (Wall Depletion) of Polymer-Solutions, Emulsions and Particle Suspensions in Viscometers - Its Cause, Character, and Cure. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* **1995**, *56*(3), 221-251. Sochi, T., Slip at Fluid-Solid Interface. Polymer Reviews **2011**, *51*(4), 309-340.

# Zdánlivý přístěnný skluz (AWS)

Dva přístupy viskozimetrie:

<u>potlačení skluzových efektů</u> a měření pouze tokových vlastností kapaliny (profilované senzory, lopatkový "vane" senzor)







Barnes, H.A.; Nguyen, Q.D., Rotating vane rheometry - a review. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* **2001**, *98*(1), 1-14.

2. <u>kvantitativní stanovení skluzových efektů</u> (AWS viskozimetrie)

**CHISA 2015** 

1.



Kvantitativní detekování zdánlivého přístěnného skluzu.

 $G(\sigma, h) = F(\sigma) + S(\sigma, h)$  $A = S(\sigma, h) / G(\sigma, h)$ 

G – celkový kinematický efekt, F – tokový příspěvek, S – skluzový příspěvek Je nezbytné provádět viskozimetrická měření s různou tloušťkou štěrbiny (v různých geometriích toku).

> $A \rightarrow 0\%$  - nelze stanovit skluz  $A \rightarrow 100\%$  - nelze stanovit fluidita

#### 1930 - Tokové křivky závislé na průměru kapiláry.

Schofield, R.K.; Scott Blair, G.W., The influence of the proximity of a solid wall on the consistency of viscous and plastic materials. *J. Phys. Chem.* **1930**, *34*, 248-262.

Scott Blair, G.W., The Rheology of Soil Pastes. Journal of Rheology 1930, 1(2), 127.

#### 1931 - Vyhodnocení fluiditní a skluzové funkce.

Mooney, M., Explicit formulas for slip and fluidity. Journal of Rheology 1931, 2, 210-222.

# 1956 - Koncept skluzového koeficientu jako materiálové vlastnosti.

Oldroyd, J.G., Rheology. Non-Newtonian flow of liquids and solids. 653-682 1956.

$$u[\sigma] = \int_{0}^{\delta} \dot{\gamma}_{loc}(\sigma, y) dy$$



# 1988 - Další metody vyhodnocení fluiditní a skluzové funkce.

Yoshimura, A.; Prudhomme, R.K., Wall Slip Corrections for Couette and Parallel Disk Viscometers. *Journal of Rheology* **1988**, *32*(1), 53-67.

Wein, O.; Tovchigrechko, V.V., Rotational Viscometry under Presence of Apparent Wall Slip. *Journal of Rheology* **1992**, *36*(5), 821-844.

Yeow, Y.L.; Lee, H.L.; Melvani, A.R.; Mifsud, G.C., A new method of processing capillary viscometry data in the presence of wall slip. *Journal of Rheology* **2003**, *47*(2), 337-348.

Yeow, Y.L.; Choon, B.; Karniawan, L.; Santoso, L., Obtaining the shear rate function and the slip velocity function from Couette viscometry data. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* **2004**, *124*(1-3), 43-49.

348.

Yeow, Y.L.; Leong, Y.K.; Khan, A., Slow steady viscous flow of newtonian fluids in parallel-disk viscometer with wall slip. *Journal of Applied Mechanics-Transactions of the Asme* **2008**, *75*(4).

#### 2006 - AWS viskozimetrie.

Večeř, M., Experimentální studium zdánlivého skluzu při stěně. 2004. Dizertační práce, VŠCHT, Praha.

Wein, O.; Vecer, M.; Tovcigrecko, V.V., AWS rotational viscometry of polysaccharide solutions using a novel KK sensor. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* **2006**, *139*(1-2), 135-152.

Wein, O.; Tovcigrecko, V.V.; Sobolik, V.; Vecer, M., Diagnostics of Apparent Wall Slip in Aqueous Polymer Solutions. *Novel Trends in Rheology Iii* **2009**, *1152*, 139-151.

Wein, O.; Vecer, M.; Tihon, J.; Penkavova, V., AWS Viscometry - Principles and Applications. *Novel Trends in Rheology Iv* **2011**, *1375*.



CHISA 2015

#### Primární data zkorigovaná na koncové efekty

počet geometrií:i = 1...Npočet bodů na tokové křivce:j = 1...M



střední smykové napětí na povrchu rotoru smyková rychlost počítaná jako pro Newtonskou kapalinu bez skluzu



#### Lokální filtrace dat

počet geometrií: i = 1...Npočet bodů na tokové křivce: j = 1...M $G(\sigma, h) = \frac{\Omega R}{h} = F(\varphi[\sigma]) + S(\chi[\sigma], h)$  $G^*(\sigma,h) = F^*(\varphi^*[\sigma]) + S^*(\chi^*[\sigma],h)$  $S(\chi[\sigma],h) = G(\sigma,h) - F^*(\varphi^*[\sigma])$  $F(\varphi[\sigma]) = G(\sigma, h) - S^*(\chi^*[\sigma], h)$ primární data

#### Vyhodnocená fluiditní a skluzová funkce

počet geometrií:i = 1...Npočet bodů na tokové křivce:j = 1...M



9.-12.11.2015



**CHISA 2015** 



**CHISA 2015** 

<u>Vodné kaolinové suspenze</u> Průmysl: keramický, papírenský, barvářský Výzkum: modelová kapalina, koloidní disperze (tixotropie, viskoplasticita, zdánlivý přístěnný skluz)

Kaolin "Sedlec Ia" (>90% kaolinitu: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.2SiO<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O)

30%, 35% a 40%hm vodné suspenze

Ztekucovadla: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaOH, SHMP, NaCMC (90 000 g/mol)



9.-12.11.2015



kaolinové suspenze
h, mm:
1.622 □
1.124 ◊
0.826 Δ
0.627 ○
Teplota:
10°C
20°C
30°C
40°C

**CHISA 2015** 





**CHISA 2015** 



**CHISA 2015** 



*h*, mm: 1.622 🗆 1.124 ◊ 0.826 Δ 0.627 0

**Teplota: 10°C** 20°C **30°C** 40°C extrapolovaná skluzová délka,  $b = u[\sigma] / \dot{\gamma}[\sigma]$  $= \chi[\sigma] / \varphi[\sigma]$ 





**CHISA 2015** 







kaolinové 40% suspenze 25°C  $\Delta z$ , mm: 15 🗆 10 ♦ 7Δ 5 O Senzor: KK01 - nerez hladká KK02 - titan KK03 - dural KK04 - nerez pískovaná

**CHISA 2015** 



kaolinové 40% suspenze 25°C *∆z*, mm: 15 🗆 10 🛇 7Δ 5 O Senzor: KK01 - nerez hladká KK02 - titan KK03 - dural KK04 - nerez pískovaná

**CHISA 2015** 

# Shrnutí

- AWS viskometrie umožňuje detekci přístěnných efektů.
- Měření musí být prováděna ve stejném rozsahu smykových napětí na několika různých tloušťkách štěrbiny.
- Přístěnné efekty mohou být charakterizovány, jak kladnou, tak zápornou skluzovou rychlostí.

# Děkuji Vám za pozornost.

#### Děkujeme Grantové agentuře České republiky za finanční podporu v rámci projektů 15-04790S a 15-05534S.