



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

233544

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

G 01 N 11/02

(22) Přihlášeno 18 10 83
(21) (PV 7613-83)

(40) Zveřejněno 14 05 84

(45) Vydáno 15 08 86

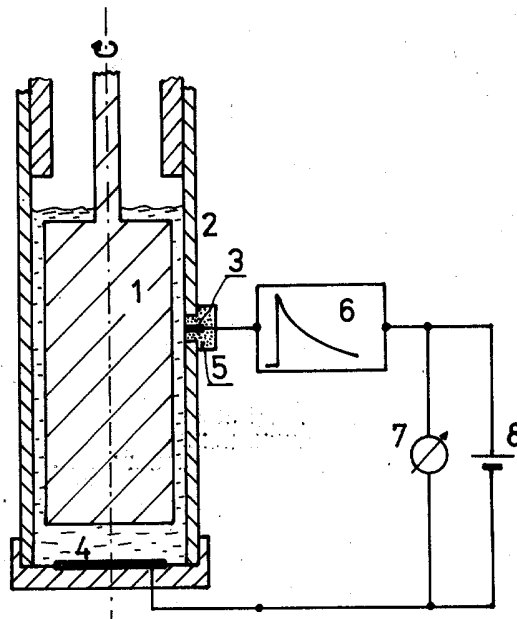
(75)
Autor vynálezu

WEIN ONDŘEJ ing. CSc., MITSCHKA PAVEL ing. CSc., ČERMÁK JAN ing. CSc.,
PRAHA (ČSSR), TOVČIGREČKO VALENTIN VLADIMIROVIČ ing., POKRYVAJLO NAUM
ALEXANDROVIČ ing. CSc., ŠULMAN ZINOVEJ PINKUSOVIČ prof. DrSc., KOVALEV-
SKAJA NELLA DZURAJEVNA ing., JUŠKINA TATJANA VASILJEVNA ing. CSc.,
MINSK (SSSR)

(54) Způsob určování skluzových charakteristik

Způsob určování skluzových charakteristik
přístěnného proudění kapaliny obsahující
elektrochemicky aktivní látky využívající
měření neustálých difuzních toků. Skoko-
vou změnou polarizačního potenciálu pracovní
elektrody zabudované ve stěně viskozimetru
vzbuzený přechodový proud je zaznamenán a
z tohoto záznamu je stanoven rychlostní
profil. Pracovní elektroda má kruhový průřez.

Popsaný způsob může být používán při fy-
zikálně-chemické a reodynamické analýze
mikrodispersních kapalin v rámci vědeckého
výzkumu nebo průmyslových laboratořích.



Obr 1.

Vynález se týká způsobu určování skluzových charakteristik proudění při stěně, např. rychlosti skluzu, gradientu rychlosti při stěně, tloušťky vrstvy separovaného rozpouštědla, atp. a může být používán při fyzikálně-chemické a reodynamické analýze mikrodispersních kapalin, jako jsou polymerní roztoky, koloidní suspenze apod., v rámci vědeckého výzkumu nebo v průmyslových laboratořích, např. v chemickém a potravinářském průmyslu, ve vrtné technice, petrochemii, v lékařské diagnostice apod.

Při proudění mikrodispersních kapalin, jako jsou polymerní roztoky, koloidní suspenze apod. se v důsledku interakcí mezi kapalinou a stěnou vytváří v bezprostřední blízkosti stěny vrstva kapaliny, jejíž vlastnosti, např. koncentrace dispergované fáze, zdánlivá lokální viskozita, se výrazně liší od vlastností v jádře kapaliny. Makroskopické důsledky těchto jevů za toku, označované jako skluzové resp. stěnové efekty, silně ovlivňují výsledky viskozimetrických měření, ale také např. koeficienty přestupu hmoty, což je významné pro dimenzování dialyzátorů a jiných separačních zařízení. Na druhé straně podrobnější studium skluzových efektů může přinést nové informace o vnitřní struktuře mikrodispersních kapalin, např. stupni koagulace, koncentračních profilech dispergované fáze atp.

Na rozsah a skutečnou povahu skluzových efektů se dosud soudilo pouze nepřímě, porovnáváním výsledků reologických měření, získaných na sadě kapilárních resp. rotačních viskozimetrů o odlišném průměru kapiláry resp. šířky štěrbin mezi válci. Tyto nepřímé metody určování skluzových charakteristik jsou již popsány /Mooney M.: "The Rheology of Raw Elastomers" v Encyklopedii "Rheology", ed. F. R. Eirich, Academic Press (1958), Vol. II. Goldsmith H. L., Mason S. G.: "The Microrheology of Dispersions", tamtéž, (1967), Vol. IV; Kozichí W., Pasari S. N., Rao A. R. K., Tiu C.: "Anomalous Effects in Flow of Polymer Solutions", Chem. Eng. Sci. 25, 41 (1970)/.

Nevýhodou těchto metod je velká pracnost a značný rozptyl výsledků, což obojí je důsledkem nezbytnosti provést měření v několika viskozimetrech za co možno identických podmínek a co možno identickými vzorky.

Použití optických metod k přímému měření profilu rychlosti při stěně, např. laserové Dopplerovské anemometrie je vyloučeno, neboť ke skluzovým efektům dochází ve velmi tenké přístěnné vrstvičce kapaliny o tloušťce pod 100 μm .

Protože intenzita sdílení hmoty je silně závislá na rozsahu skluzových efektů, dávají měření této intenzity možnost zpětně usuzovat na rozsah skluzových efektů. Měření celkové intenzity ustáleného sdílení hmoty v jedinném geometrickém uspořádání /např. Mashelkar R. A., Dutta A.: "Convective Diffusion in Structured Fluids: Need for New Analysis and Design Strategies", Chem. Eng. Sci. 37, 969 (1982)/ však nedávají možnost kvantitativního stanovení skluzových efektů.

Předností navrhovaného způsobu určování skluzových charakteristik je jednak možnost provést potřebná měření v jediném viskozimetru nebo jiné vhodné nádobě, během velmi krátké doby, 1 až 2 s, jednak možnost získat detailní údaje o skutečném rychlostním profilu v přístěnné vrstvě kapaliny, do maximální vzdálenosti 100 μm od povrchu stěny.

Podstatou vynálezu je způsob určování skluzových charakteristik přístěnného proudění kapaliny obsahující elektrochemicky aktivní látky využívající měření neustálených difuzních toků, při němž se zaznamenává přechodový proud $I = I(t)$ vzbuzený skokovou změnou polarizačního potenciálu pracovní elektrody zabudované ve stěně viskozimetru a z tohoto záznamu se stanoví rychlostní profil $u = u(z)$ podle vztahů

$$Z = c_0 D F / I(t),$$

$$u(z) = L / t_{\infty} (1,36 I(\infty) (I(t))^P,$$

kde c_0 je koncentrace a D difuzivita elektrochemicky aktivní látky, F je Faradayova konstanta, L je efektivní délka elektrody, $I(\infty) = \frac{2+p}{1+p}$ a $t_{\infty}^{-1/2}$ je proudová hustota ze ustálených podmínek, $t_{\infty} = [(1+p)b]^{-2/(2+p)}$ je doba ustálení, a , b , p jsou parametry v následujícím tříparametrovém teoretickém popisu závislosti přechodového proudu na čase, pro $t < t_{\infty}$:

$$t^{1/2} I(t) = a(1 + bt^{1+p/2}).$$

Při uvedeném způsobu určování skluzových charakteristik se použije pracovní elektroda, která má kruhový průřez o poloměru R , přičemž efektivní délka L elektrody = 1,64 R .

Pro lepší vysvětlení podstaty vynálezu je připojen výkres, přičemž

obr. 1 znázorňuje příklad provedení navrhovaného způsobu řešení a

obr. 2 ukazuje na konkrétním příkladu způsob zpracování údajů o přechodových proudech.

Viskometrické proudění kapaliny v prostoru mezi válcem 1 a válcovým pouzdrem 2, je vyvozeno rotací válce 1. Elektrický proud procházející mezi pracovní elektrodou 3 a pomocnou elektrodou 4 je registrován zapisovacím galvanometrem 6 rychlých dějů, např. smyčkovým oscilografem. Pracovní elektroda 3 je vůči válcovému pouzdru 2 elektricky izolována vrstvou 5.

P ř í k l a d

K určování skluzových charakteristik podle popsaného způsobu byl modifikován komerční rotační viskozimetr RHEOTEST 2. Podstata úpravy, která je shodná s úpravou rotačních viskozimetrů i pro jiná elektrochemická měření je zřejmá z obr. 1, vysvětleného již dříve v textu. V daném případě měla platinová pracovní elektroda 3 kruhový průřez o průměru 2,03 mm a pomocná elektroda byla zhotovena z niklové fólie o ploše 3 cm². Přechodové proudy byly zaznamenávány na smyčkový oscilograf.

Proměřován byl 2% roztok karboxymethylcelulózy s přísadkou 0,025 kmol/m³ ferri- a ferrokyanidu draselného. Pracovní elektroda byla zapojena jako katoda, při polarizačním napětí 0,7 V.

Průběh přechodových proudů, proměřený při obvodové rychlosti válce 1 o hodnotě 18,8 mm/s a šířce štěrbin mezi válcem 1 válcovým pouzdrem 2 0,4 mm, je ukázán na obr. 2. Zpracováním těchto dat byly stanoveny následující hodnoty adjustabilních parametrů

$$p = 0, \quad a = 35,4 \text{ Am}^{-2} \text{s}^{1/2}, \quad b = 0,994 \text{ s}^{-1}.$$

Odpovídající hodnoty $t_{\infty} = 1,006 \text{ s}$, $I(\infty) = 70,8 \text{ Am}^{-2}$ jsou v plném souladu s přímými údaji o době ustálení (1 s) a ustálené proudové hustotě (71 Am⁻²). Rovněž hodnota difuzního koeficientu $D = 0,676 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \text{s}^{-1}$ je v souladu s hodnotou $(0,68 \pm 0,1) 10^{-9} \text{ m}^2 \text{s}^{-1}$, stanovenou nezávisle, z přechodových proudů v nehybné kapalině.

Na základě udaných hodnot parametrů p , t_{∞} , $I(\infty)$ a pro $L = 1,64 \times 1,015 = 1,66 \text{ mm}$ byl stanoven rychlostní profil v přístěnné oblasti:

$$u = 1,7 \text{ mm s}^{-1} \quad \text{pro} \quad 0 < z < 14 \mu\text{m}$$

v souladu s hrubým odhadem skluzové rychlosti (1 až 3 mm s⁻¹) získaným známým viskometrickým způsobem.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob určování skluzových charakteristik přístěnného proudění kapaliny obsahující elektrochemicky aktivní látky využívající měření neustálených difuzních toků, vyznačený tím, že se zaznamenává přechodový proud $I = I(t)$ vzbuzený skokovou změnou polarizačního potenciálu pracovní elektrody zabudované ve stěně viskozimetru a z tohoto záznamu se stanoví rychlostní profil $u = u(z)$ podle vztahů

$$z = c_0 DF / I(t),$$

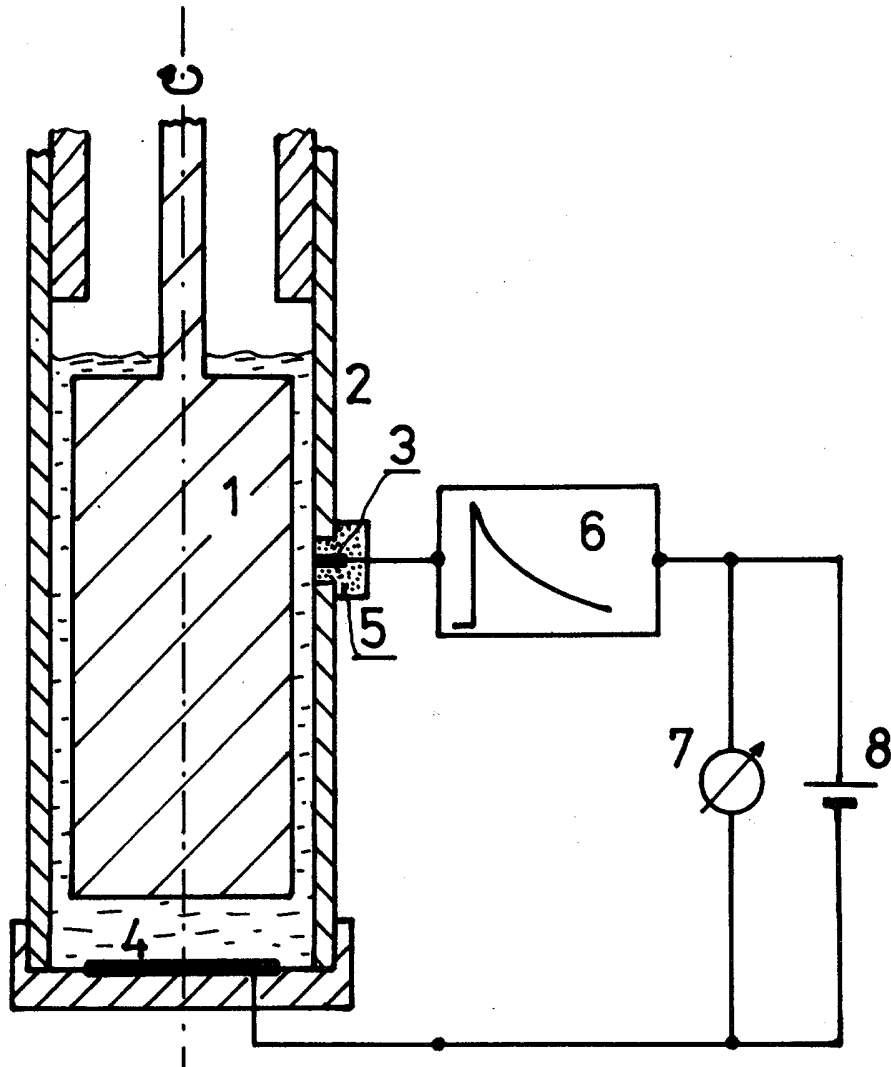
$$u(z) = L/t_\infty (1,36 I(\infty)/I(t))^p,$$

kde c_0 je koncentrace a D difuzivita elektrochemicky aktivní látky, F je Faradayova konstanta, L je efektivní délka elektrody, $I(\infty) = \frac{2+p}{1+p}$ a $t_\infty^{-1/2}$ je proudová hustota za ustálených podmínek, $t_\infty = [(1+p)b]^{-2/(2+p)}$ je doba ustálení, a , b , p jsou parametry v následujícím tříparametrovém teoretickém popisu závislosti přechodového proudu na čase, pro $t < t_\infty$:

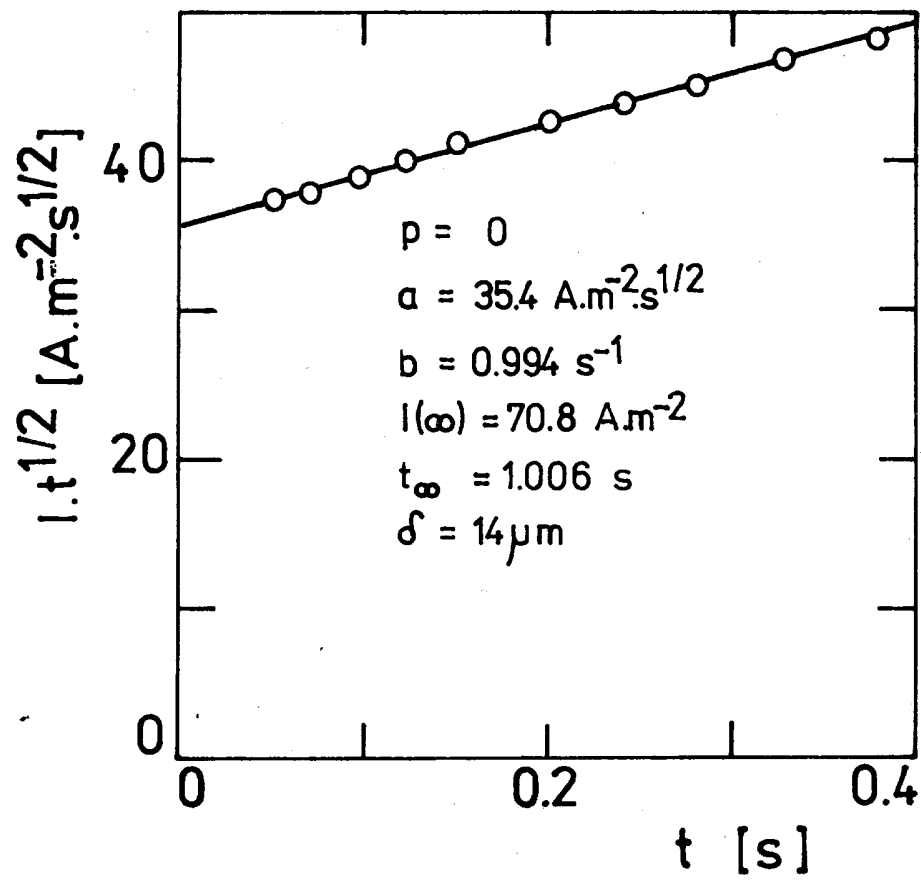
$$t^{1/2} I(t) = a(1 + bt^{1+p/2}),$$

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že se použije pracovní elektroda, která má kruhový průřez o poloměru R , přičemž efektivní délka L elektrody $= 1,64 R$.

2 výkresy



Obr 1.



Obr 2.