



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU 195 007

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)  
(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 17. 12. 76  
(21) PV 8319-76

(11) (B1)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup> G 01 N 27/42  
G 01 N 31/08

(40) Zveřejněno 28. 04. 79  
(45) Vydáno 01. 2. 82

(75) Autor vynálezu RYŠLAVÝ ZBYNĚK, MNICHOVO HRADIŠTĚ,  
BOČEK PETR RnDr. CSc.,  
DEML MIRKO ing. a  
JANÁK JAROSLAV doc. ing. DrSc., BRNO

(54) Hydrodynamické čerpadlo kapaliny

1

Vynález se týká hydrodynamického čerpadla kapaliny, určeného k vyvolání hydrodynamického toku a vhodného pro použití například v izotachofóze nebo v chromatografii.

Při elektroseparačních metodách, jako je například izotachofóza, se s výhodou používá hydrodynamického toku v protiproudovém uspořádání. Protiproud působí tak, jako kdyby se prodloužila kolona, v níž dochází k separaci. Protiproudového uspořádání se používá při dělení látek v plněných kolonách i při dělení v kapilárách nebo kyvetách bez přítomnosti nosiče. Mimo to se hydrodynamického toku používá k vyplavování jednotlivých frakcí při preparativní izotachofóze. Dosud známá zařízení používají k vytváření hydrodynamického toku hydrostatického tlaku vyvolaného rozdílem výšek hladin elektrolytů v katodové a anodové komůrce nebo různých typů mechanických čerpadel (peristaltické čerpadlo, pístové čerpadlo) dále pak systému, kde kapalina je vytlačována z uzavřeného objemu tlakem plynu. Nevýhody těchto dosavadních zařízení spočívají v obtížném potlačování rušivých pulsů (u mechanických čerpadel), v komplikovaném a mnohdy málo přesném nastavení, resp. programování potřebného toku, popřípadě v těžkostech při změně směru toku.

Tok kapaliny je možno vyvolat přiložením vnějšího elektrického pole na membránu, která je ve styku s elektrolytem, přičemž mezi nimi vzniká elektrický potenciál. Tento způsob je používán pro vyvolání toku kapalné mobilní fáze v chromatografickém systému, například v ná-

195 007

plňové koloně, v níž membránu tvoří v podstatě serbent. Nevýhodou tohoto uspořádání je, že nelze použít například kovovou kolonu, přičemž volba složení náplně kolony a mobilní fáze je značně omezena požadavkem existence elektrokinetického potenciálu mezi nimi.

Tyto nevýhody odstraňuje hydrodynamické čerpadlo kapaliny sestávající ze základního tělesa z elektricky nevodivého materiálu, například organického skla, v němž je vytvořena dutina rozdělená na nádoby, jehož podstatou je, že nádoby jsou opatřeny elektrodami a mezi sebou odděleny dvěma membránami, mezi nimiž je čerpací komora spojená s výstupní trubicí čerpadla.

Předností popisovaného čerpadla spočívají v jednoduchosti provedení a v malých rozměrech konstrukce, ve snadné a rychlé změně velikosti a smyslu hydrodynamického toku, ve snadném a přesném nastavení i malých hodnot hydrodynamického toku bez rušivých pulsů. Další z předností spočívá v tom, že tok je ovládán přímo velikostí a polaritou elektrického napětí vloženého na obě elektrody. Použitím dvojitě membrány je současně eliminován vliv elektrolytické generovanému plynu na velikosti toku. Další výhodou je, že čerpadlo podle vynálezu tvoří samostatnou jednotku a může být použito pro separační kolony z elektricky vodivých i nevodivých materiálů.

Vynález blíže objasní přiložený výkres, kde na obr. 1 je znázorněn příklad čerpadla a na obr. 2 je graficky vaznačena závislost výkonu zařízení na velikosti napětí na elektrodách. Čerpadlo na obr. 1 je vytvořeno základním tělesem 1, přičemž dutina uvnitř tělesa 1 je rozdělena dvěma membránami 2a, 2b na první nádobu 3 s první elektrodou 5, čerpací komoru 8 a druhou nádobu 4 opatřenou druhou elektrodou 6. Čerpací komora 8 je spojena s výstupní trubicí 7 čerpadla a dále se separační kolonou 9. Nádoby 3 a 4 a čerpací komora 8 jsou naplněny pracovní kapalinou, přičemž elektrokinetický potenciál existuje mezi pracovní kapalinou a alespoň jednou z membrán 2a, 2b a obě elektrody jsou s touto pracovní kapalinou v kontaktu.

Čerpadlo podle vynálezu vytváří hydrodynamický tok jako následek toku elektroosmotického. Elektroosmotický tok vzniká v důsledku nerovnoměrné distribuce elektrických nábojů na rozhraní nepohyblivé tuhé fáze a elektrolytu při vložení vnějšího elektrického napětí. Je-li touto nepohyblivou tuhou fází membrána propustná pro používanou pracovní kapalinu a panují-li na stranách membrány tlaky  $P_1$  a  $P_2$ , je objemová rychlost elektroosmotického toku membránou  $V$  dána výrazem

$$V = \frac{I}{4} - K/P_1 - P_2,$$

kde označuje dielektrickou konstantu pracovní kapaliny a vodivostí a viskozitou,  $I$  je elektrický proud a je tzv. elektrokinetický (zeta) potenciál, tj. rozdíl potenciálů mezi vnější Helmholtzovou rovinou a vnitřkem pracovní kapaliny (J. Dvořák, J. Koryta, V. Boháčková, Elektrochemie, Academia Praha, 1966, str. 221). Konstanta  $K$  je experimentálně měřitelná veličina udávající objem pracovní kapaliny proteklý za jednotku času membránou při jednotkovém rozdílu tlaků mezi oběma stranami membrány. Čerpadlo pracuje za provozu následovně: Připojením obou elektrod 5 a 6 ke zdroji stejnosměrného napětí začne pracovní kapalinu protékat nejméně jednou z obou membrán 2a, 2b a vyvolá hydrodynamický tok. Pracovní kapalinu počne vytékat z čerpací komory 8 do výstupní trubice 7 čerpadla, přičemž velikost toku z čerpací komory 8 je dána rozdílem toků pracovní kapaliny přes membrány 2a, 2b. Při provedených zkouškách byla

použita membrána 2a zhotovená ze skelné frity S4 a membrána 2b z celofánu, obě o průměru 6 mm. Jako pracovní kapaliny bylo použito 0,1 M kyseliny octové. Při změně polaritý stejnosměrného napětí se změnil i smysl toku, to znamená, že čerpadlo nasávalo pracovní kapalinu z výstupní trubice.

Závislost výkonu tohoto čerpadla, to je velikost toku L/S pracovní kapaliny z čerpací komory 8, na použitém stejnosměrném napětí V znázorňuje graf na obr. 2. Horizontální křivka naznačuje napětí U/V a vertikální křivka velikost toku L/S.

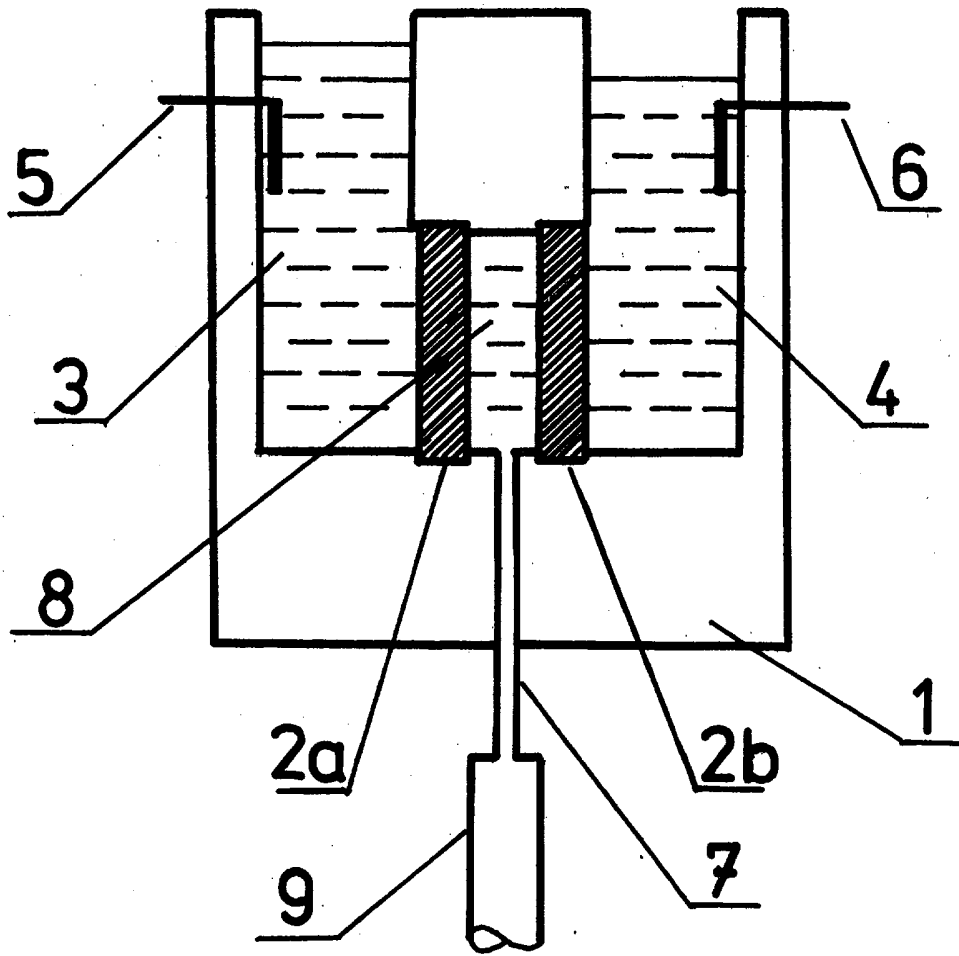
Volbou materiálu membrán 2a, 2b, jejich tloušťkou a průřezem, dále volbou pracovní kapaliny a velikostí napětí na elektrodách 5 a 6 lze ovlivnit výkon zařízení a oblast tlaků, kterých toto zařízení může dosáhnout. Velikost a směr toku lze programovat změnou napětí vloženého na elektrody 5 a 6.

Čerpadlo podle vynálezu lze použít jako přídavného zařízení nebo jako zařízení pevně připojeného k izotachoforetické koloně. Podobně lze čerpadlo podle vynálezu použít i u ostatních elektroseparačních metod, u chromatografických kolonových metod a všude tam, kde je třeba vytvářet snadno a přesně nastavitelný a ovladatelný hydrodynamický tok.

#### P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Hydrodynamické čerpadlo kapaliny, sestávající ze základního tělesa z elektricky nevodivého materiálu, například z organického skla, v němž je vytvořena dutina rozdělená na nádoby, vyznačené tím, že nádoby (3 a 4) jsou opatřeny elektrodami (5 a 6) a mezi sebou odděleny dvěma membránami (2a a 2b), mezi nimiž je čerpací komora (8) spojená s výstupní trubicí (7) čerpadla.

2 výkresy



Obr. 1

