



URAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

254228
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
C 08 L 31/04

[22] Prihlásené 24 03 86
[21] {PV 2052-86.F}

[40] Zverejnené 14 05 87

[45] Vydané 15 11 88

[75]

Autor vynálezu

LODES ANTONÍN prof. ing. CSc., BRATISLAVA,
MACHO VENDELÍN ing. DrSc., člen korešpondent SAV, PARTIZÁNSKE

[51] Prísada do vodného média

1

2

Zníženie hydraulického odporu, resp. strát tlaku trením vodného média sa dosahuje prísadou $1 \cdot 10^{-5}$ až 0,3 % hmot. ($1 \cdot 10^{-3}$ až $5 \cdot 10^{-2}$ % hmot.) parciálne zmydelneného polyvinylacetátu so stupňom hydrolýzy 45 až 99,9 % mol. (60 až 92 % mol.), prípadne s prísadami stabilizátorov (biocídy, antikorozívne prísady). Tak s prísadou $1,5 \cdot 10^{-2}$ % hmot. parciálne zmydelneného polyvinylacetátu so stupňom hydrolýzy 88 % mol. do chladiacej vody a v porovnaní s čistou vodou, priemerná hodnota koeficientu zníženia strát tlaku trením až 62 %. Prísada depresátora má použitie hlavne v uzavretých chladiacich systémoch v energetickom hospodárstve prakticky všetkých priemyselných odvetví, ale tiež v poľnohospodárstve a v protipožiarnej ochrane.

Vynález sa týka použitia prísady syntetického polyméru alebo polymérov do vodného média na zníženie strát tlaku trením a/alebo hydraulického odporu, čím sa značne zníži energetická náročnosť pri ich čerpaní, resp. potlačí sa disipácia energie v turbulentnom toku vody alebo vodných roztokov.

Už dávnejšie sa intenzívne skúma Tomsonov jav alebo zníženie strát tlaku trením prúdiacich kvapalín, najmä prúdiacej vody a vodných roztokov, s aplikáciou polymérnych aditívov (Soo S. L.: *Gidrodinamika mnogofaznykh sistem*. Izdatel'stvo „Mir“, Moskva /1971/; Goldstein R. J. a i.: *Ind. Eng. Chem. Fundam.* **8**, 1969, s. 498; Wang Chien-bang: *Ind. Eng. Chem. Fundam.* **11**, 1972, s. 546). Experimentálny výskum sa robil v širokom rozsahu druhov a koncentrácií polymérnych aditívov, ich mólovej hmotnosti, vplyvu teploty a pH roztokov, vrátane skúmania mechanickej degradácie aplikovaných polymérov (Patterson G. K. a i.: *The Physics of Fluids* **20**, 1977, s. 68; White D. J. a i.: *AIChE J.*, **21**, 1975, s. 1 027; Sedov L. J. a i.: *Izv. AN SSSR, MŽB Moskva* 1974, s. 205; Frenkiel F. N. a i.: *Structure of Turbulence and Drag Reduction*, Am. Inst. of Physics, New York 1977), zvlášť rozpustených vo vode. Je tiež známe (Virk P. S.: *AIChE J.*, **21**, 1975, s. 625; Seyer F. A. a i.: *tamtiež* **15**, 1969, s. 426), že zníženie strát tlaku trením zriedených vodných roztokov polymérov (v porovnaní s čistou vodou) sa pozoruje až v oblasti prechodného turbulentného charakteru toku, v závislosti od koncentrácie a mólovej hmotnosti aditívu. Taký vplyv na zníženie strát tlaku trením prúdiacej vody s prímiesou polyméru v porovnaní so samotnou prúdiacou vodou majú polyglykoly, resp. polyetylénoxid s molekulovou hmotnosťou rádovo 10^{-5} a vyššie (Kutateladze S. S., Mironov B. P.: *Ekspierimentálnoe issledovanie pristennykh turbulentnykh teorii*, s. 60. Nauka, Novosibirsk 1975; Schowalter W. R.: *Mechanics of Non-newtonian Fluids*, s. 244. Pergamon Press, Oxford 1978; Sedov L. I. a i.: *O rasčetach turbulentnykh pograničnykh sloev s malymi dobavkami polyme-rov*, s. 205. Nauka, Moskva 1974). Ďalej polyakrylamid a čiastočne hydrolyzovaný polyakrylamid, ako aj guárová guma (Nikitin I. K. a i.: *Profil skorostej i soprotivlenia trenia v turbulentnom točení*, s. 93. *Gidromechanika*, Moskva 1971). Potom karboxymetylcelulóza s hydroxymetylcelulóza v koncentráciách 0.1 až 0.5 % hmot. (Lodes A., Zaliberová A., Hudáčková H.: *Zborník 4. celoštátnej konferencie Reologie kapalin v průmyslové praxi*, s. 177 až 182. Velké Karlovice 1981).

Uvedené prísady, či depresátory do vodných médií si však vyžadujú polyméry s mimoriadne vysokými molekulovými hmotnosťami, ktorých výroba je technicky náročnejšia alebo aj vyššie koncentrácie. Tiež vi-

nou degradácie prísad polymérov sa výrazne znižuje ich „životnosť“, mení ich účinnosť ap.

Avšak podstatou tohto vynálezu je použitie parciálne zmydelneného polyvinylacetátu so vstupným hydrolyzy 45 až 99,9 % mól., s výhodou so stupňom hydrolyzy 60 až 92 %, v celkovom množstve sušiny $1 \cdot 10^{-5}$ až 0,3 % hmot., s výhodou $1 \cdot 10^{-3}$ až $5 \cdot 10^{-2}$ % hmot., prípadne navyše ešte s vodorozpustným stabilizátorom systému, s výhodou vodorozpustným biocídom a/alebo antikoroantom, ako prísady do vodného média, s výhodou do chladiacej vody vo výmenníkoch tepla a v cirkulačných chladiacich systémoch, na zníženie strát tlaku trením a/alebo hydraulického odporu.

Technický pokrok použitia prísady do vodných médií podľa tohto vynálezu nespočíva len v nájdení novej syntetickej polymérnej prísady do vôd a vodných roztokov na zníženie hydraulického odporu, strát tlaku trením pri ich transporte, ale aj v mimoriadne vysokom účinku parciálne zmydelneného polyvinylacetátu a tým v znížení spotreby elektrickej energie pri aplikácii, ako v porovnaní so známymi vodorozpustnými polymérmi, dokonca s požadovanými mimoriadne vysokými molekulovými hmotnosťami, používanými na podobné účely, tak aj s čistým polyvinylalkoholom. Ďalej pomerne značná stabilita novej prísady, pri aplikácii praktická necitlivosť na iné prípadne potrebné prísady do chladiacich systémov a technická dostupnosť.

Pri výbere parciálne zmydelneného polyvinylacetátu je vhodné dbať hlavne na dosiahnutý stupeň hydrolyzy, ktorý nemôže byť pod 45 % mól.: z dôvodov zlej rozpustnosti, či prakticky nerozpustnosti vo vode. Podobne, nízku účinnosť má aj samotný čistý polyvinylalkohol. Najvhodnejšie je voliť parciálne zmydelnený polyvinylacetát so stupňom hydrolyzy v rozsahu 60 až 92 % mól. Pre vysokú účinnosť na strane jednej je zapotreby vodorozpustnosť, ale na strane druhej aj prítomnosť hydrofobizujúcich acetylových skupín. Parciálne zmydelnený polyvinylacetát sa môže aplikovať ako vo forme vysušeného, teda samotného parciálne zmydelneného polyvinylacetátu, tak aj vo forme vodného alebo vodno-metanolického roztoku, prípadne vodno-glykolových roztokov. Vhodný je hlavne vo forme vodného roztoku alebo vo forme vodno-metanolického roztoku, s prípadnými prímiesami metylacetátu.

Údaje o koncentráciách parciálne zmydelneného polyvinylacetátu v upravených vodách, resp. vo vodných médiách sa počítajú z hmotnosti sušiny, resp. čistého polyméru a sú v rozsahu $1 \cdot 10^{-5}$ až 0,3 % hmot. Najvyššia účinnosť sa však dosahuje v hraničiacich $1 \cdot 10^{-3}$ až $5 \cdot 10^{-2}$ % hmot.

Pod vodným médiom sa rozumie jednak voda ako taká, pramenitá, riečna, demine-

ralizovaná ap., najmä však recirkulovaná cez výmenníky tepla a chladiace stanice, jednak vodné roztoky anorganických a/alebo organických zlúčenín. Spravidla nežiadúcimi nečistotami takýchto vodných médií sú koloidné častice i jemné suspenzie, ktoré na svojom povrchu môžu adsorbovať parciálne zmydelnený polyvinylacetát a tým znižovať efektívnu koncentráciu prísady (depresátora).

Na zvýšenie životnosti, ako aj reprodukovateľnosti zníženia hydraulického odporu a strát tlaku trením je vhodné aplikovať navyše prísady známych biocídov, pretože mikroorganizmy a enzýmy bývajú spravidla hlavnou príčinou degradácie prísad polymérov vo vode. Ďalej antikorozívne prísady, antioxidanty (hydrazínhydrát), prípadne vodorozpusťné farbivá ap. Pri použití depresátora podľa tohto vynálezu, možno kombinovať prísady parciálne zmydelneného polyvinylacetátu i s inými, známymi polymérmi a kopolymérmi, znižujúcimi straty tlaku trením a hydraulický odpor vodných médií.

Prísady do prúdiacej vody, resp. chladiacich vôd možno pridávať jednorázovo alebo po častiach, prípadne kontinuálne. Kontinuálne pridávanie prichádza do úvahy najmä v prípadoch prúdenia nevratných vôd, ako pri použití vody na hasiace (väčšia dosaziteľnosť hasiacej vody) účely alebo zavlažovanie. Pri takejto aplikácii možno navyše do vody pridávať stimulatory rastu, zlúčeniny mikroelementov — bioprvkov, pesticídy ap.

Ďalšie údaje o možnostiach použitia depresátora podľa tohto vynálezu, ako aj ďalšie výhody sú zrejmé z príkladov.

Príklad 1

V rúrkovom výmenníku kondenzuje vodná para s tlakom 0,2 MPa. Chladiaca voda sa ohrieva z 20 na 40 °C. Vo výmenníku prúdi 63 700 kg vody/h pri kondenzácii 3 636 t pary/h. Vo výmenníku je 40 paralelných rúrok, ktorými prúdi voda. Rúrky majú priemer 26 × 2 mm a dĺžku 3 m. Voda sa čerpá čerpadlom odstredivým s účinnosťou 42 %. Po pridaní do vody 8,7 · 10⁻⁴ % hmot. počítané na hmotnosť vody vodného média parciálne zmydelneného polyvinylacetátu, so stupňom hydrolýzy polyvinylacetátu 52,5 % mol. (so 46 % acetátových skupín) vo forme jeho vodno-metanolického roztoku o koncentrácii (sušine) 8,7 % hmot., t. j. v množstve 1 · 10⁻² % hmot. je koeficient úbytku strát tlaku 18 %.

Reynoldsovo kritérium v rúrkach je 26 900. Súčiniteľ strát tlaku trením vody je 0,0245 a roztoku s polymérom — parciálne zmydelneným polyvinylacetátom je 0,0201. Stratová výška trením v prípade vody je 3,73 m; výkon čerpadla 0,066 kW; potrebný príkon 565,2 kWh a spotreba elektrickej energie 4,88 · 10⁷ kWh/rok (r).

V roztoku chladiacej vody s prídavkom 8,7 · 10⁻⁴ % hmot. parciálne zmydelneného polyvinylacetátu je stratová výška trením v prípade prúdenia roztoku 3,05 m; výkon čerpadla 0,054 kW; potrebný príkon 464,4 kWh a spotreba elektrickej energie je tak 4,01 · 10⁷ kWh/r. Ročná úspora elektrickej energie je 8,7 · 10⁶ kWh, t. j. 3,132 · 10⁶ MJ v prípade, že sa použije namiesto samotnej vody uvedený vodný roztok a množstvo parciálne zmydelneného polyvinylacetátu so stupňom hydrolýzy 52,5 % mol.

Podobný výsledok sa dosahuje aj s vodou, obsahujúcou okrem 8,7 · 10⁻⁴ % hmot. parciálne zmydelneného polyvinylacetátu so stupňom hydrolýzy 52,5 % mol navyše s prísadou 0,1 % hmot. p-kumylfenolátu sodného ako biocídu.

Príklad 2

V protiprúdnom výmenníku tepla typu rúrka v rúrke sa má ochladzovať 0,1 m³/min benzénu z teploty 78 °C na teplotu 26 °C. Chladí sa vodou, ktorej teplota na vstupe je 20 °C a na výstupe 40 °C. Vonkajšia rúrka chladiča má priemer 62 × 2 mm a vnútorná 36 × 2 mm. Benzén prúdi vo vnútornej rúrke. Tepelná vodivosť materiálu rúrok je 34,9 W · m⁻¹ · K⁻¹. Namiesto samotnej vody sa použije na chladenie voda s prísadou 1,6 · 10⁻³ % hmot. parciálne zmydelneného polyvinylacetátu, so stupňom hydrolýzy 88 mol. % (so 14,5 % acetátových skupín), z ktorého pripravený vodný roztok o koncentrácii 4 % hmot. pri teplote 20 °C je 13 mPa. s vo forme vodného roztoku o koncentrácii (sušine) 15,47 % hmot. (Slovio R).

Na ochladenie benzénu o prietoku 5 070 kg · h⁻¹ je spotreba chladiacej vody podľa tepelnej bilancie 5 670 kg · h⁻¹. Stredná teplota benzénu je 52 °C a vody 30 °C. Zníženie strát tlaku trením je 24 %.

Objemový prietok vody je 1,58 · 10⁻³ m³ · s⁻¹, rýchlosť vody 0,731 m · s⁻¹, ekvivalentný priemer 0,026 m. Hodnota Re kritéria je 23 600. Dĺžka rúrky z rýchlostnej rovnice prechodu tepla je 52 m, pričom tok tepla je 131 884 W a logaritmický stred teplôt vo výmenníku je 17,4 K.

Straty tlaku vypočítané podľa Darcyho rovnice pre vodu (ak súčiniteľ strát tlaku trením vody určíme podľa Blasiusovej rovnice) majú hodnotu 0,0254.

V prípade použitia chladiacej vody s obsahom 1,6 · 10⁻³ % hmot. uvedeného parciálne zmydelneného polyvinylacetátu je súčiniteľ strát tlaku trením 0,0193.

Potrebný výkon na čerpanie chladiacej vody je za rok 667 008 kWh/r; v prípade čerpania roztoku vody s uvedeným parciálne zmydelneným polyvinylacetátom je 506 883 kWh/r.

Úspora energie je tak pri použití uvedeného roztoku vody na chladenie 160 175 kWh/r, resp. 576 630 MJ/r.

Príklad 3

Zo zásobníka chladiacej vody je privádzaná na jednotlivé chladiace miesta potrubím o dĺžke 1,2 km s vnútorným priemerom 150 mm. Spotreba vody je $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Priemerná teplota vody je 20°C . Chladiaca voda sa upraví prídavkom $8,7 \cdot 10^{-4} \%$ hmot. parciálne zmydelneného polyvinylacetátu so stupňom hydrolýzy 52,5 % hmot., vo forme vodno-metanolického roztoku o koncentrácii (sušine) 8,7 % hmot. špecifikovaného v príklade 1. Pri danej teplote roztoku je koeficient zníženia súčiniteľa strát tlaku trením 9,4 %.

Pri objemovom prietoku $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je rýchlosť v potrubí $0,226 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Reynoldsovo kritérium je 33 970. Potom súčiniteľ strát tlaku trením pre vodu je 0,0232 a pre chladiacu vodu s obsahom $8,7 \cdot 10^{-4} \%$ hmot. uvedeného parciálne zmydelneného polyvinylacetátu je 0,0210.

Potrebný výkon čerpadla pre vodu je 67 807 kWh a pre chladiacu vodu s obsahom parciálne zmydelneného polyvinylacetátu je 61 308 kWh.

Úspora elektrickej energie je tak 6 499 kWh/h, resp. $202,14 \cdot 10^6 \text{ MJ/r}$.

Príklad 4

V rovnakom systéme ako v príklade 3 sa použije upravená voda prídavkom $1,547 \cdot 10^{-2}$ percent hmot. parciálne zmydelneného polyvinylacetátu so stupňom hydrolýzy 88 % mól., špecifikovaného v príklade 2, vo forme v podstate vodného roztoku (iba prímеси metanolu a metylacetátu) o koncentrácii (sušine) 15,47 % hmot.

Pri množstve prísady $1,547 \cdot 10^{-2} \%$ hmot. parciálne zmydelneného polyvinylacetátu do chladiacej vody je priemerná hodnota koeficientu zníženia strát tlaku trením upravenej vody až 62 %.

Objemový prietok vody, resp. upravenej vody je $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; rýchlosť $0,226 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; viskozita upravenej vody $1,03 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$; Reynoldsovo kritérium 32 895.

Súčiniteľ strát tlaku u čistej vody je 0,0235 a upravenej vody prísadou 1,547 % hmot. parciálne zmydelneného polyvinylacetátu 0,009.

Potrebný príkon na čerpadlo pre čistú vodu je 69 212 kWh; pri čerpaní upravenej vody 26 192 kWh.

Hodinová úspora energie je 43 020 kWh, t. j. $1\,338 \cdot 10^6 \text{ MJ/r}$.

Príklad 5

V rovnakom systéme ako v príklade 3 sa použije upravená voda prísadou $1 \cdot 10^{-2}$ percent hmot. takmer úplne zmydelneného polyvinylacetátu so stupňom hydrolýzy 99,7 % mól., teda s prísadou $1 \cdot 10^{-2} \%$ hmot. počítané na vodu prakticky čistého polyvinylalkoholu.

Pri uvedenej koncentrácii polyvinylalkoholu v upravenej vode v porovnaní s čistou vodou je priemerne koeficient zníženia strát tlaku trením 2,2 %. Objemový prietok vody je $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; rýchlosť $0,226 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; viskozita upraveného roztoku je $1,04 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ a Reynoldsovo kritérium 32 500.

Súčiniteľ strát tlaku trením čistej vody je 0,0236 a upravenej vody 0,0230. Potrebný príkon na čerpadlo pre čistú vodu je 69 212 kWh a pre upravenú vodu 67 524 kWh.

Hodinová úspora elektrickej energie je 1 597 kWh, čo je $49,67 \text{ MJ/r}$.

Z uvedeného vyplýva, že prakticky čistý polyvinylalkohol na rozdiel od parciálne zmydelneného polyvinylacetátu spôsobí len malé zníženie strát tlaku prúdiacej vody trením a tak len malú úsporu energie.

PREDMET VYNÁLEZU

Použitie parciálne zmydelneného polyvinylacetátu so stupňom hydrolýzy 45 až 99,9 percent mól., s výhodou so stupňom hydrolýzy 60 až 92 % mól., v celkovom množstve sušiny $1 \cdot 10^{-5}$ až 0,3 % hmot., s výhodou $1 \cdot 10^{-3}$ až $5 \cdot 10^{-2} \%$ hmot., prípadne navyše ešte s vodorozpustným stabilizátorom

systému, s výhodou vodorozpustným biocídum a/alebo antikorodantom, ako prísady do vodného média, s výhodou do chladiacej vody vo výmenníkoch tepla a v cirkulačných chladiacích systémoch, na zníženie strát tlaku trením a/alebo hydraulického odporu.