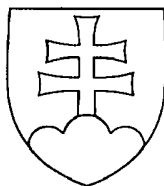


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19)

SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA
VYNÁLEZU

(21) Číslo dokumentu:

904-96

- (22) Dátum podania: 12.01.95
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 08/181 254
(32) Dátum priority: 13.01.94
(33) Krajina priority: US
(40) Dátum zverejnenia: 09.07.97
(86) Číslo PCT: PCT/US95/00487, 12.01.95

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl. 6 :

G 01N 33/18
C 02F 1/52

(71) Prihlasovateľ: BUCKMAN LABORATORIES INTERNATIONAL, INC., Memphis, TN, US;

(72) Pôvodca vynálezu: McNeel Thomas E., Memphis, TN, US;

(54) Názov prihlášky vynálezu: **Spôsob reguláciu prívodu chemikálie na úpravu vody a zariadenie na túto reguláciu, využívajúce voltmetrický snímač**

(57) Anotácia:

Spôsob regulácie chemickej úpravy roztoku zahŕňa kroky prívodu upravujúcej chemikálie do roztoku, prívod vonkajšieho napätia cez referenčnú elektródu a pracovnú elektródu voltmetrického senzora, ktoré sú ponorené v roztoku, meranie prúdu, ktorý preteká pracovnou elektródou, zmenu nameraného prúdu na spätnoväzbový signál udávajúci koncentráciu upravujúcej chemikálie v roztoku a využitie spätnoväzbového signálu na reguláciu veľkosti prívodu upravujúcej chemikálie.

Spôsob a zariadenie na reguláciu prívodu chemikálií na úpravu vody využívajúce voltmetrický snímač

Oblasť techniky

Predložený vynález sa týka regulácie prívodu chemikálií na úpravu vody. Najmä sa predložený vynález týka použitia voltmetrického prúdového merania ako spätnoväzbového signálu pre regulátor, ktorý zabezpečuje dvojpohovú reguláciu alebo dávkovaciu reguláciu zavádzania chemikálií pre úpravu vody a odpadovej vody.

Doterajší stav techniky

Pre použitie ako mikrobicidy, inhibítory korózie, inhibítory kotolného kameňa atď. sa do vody pre priemyselné procesy, ohrievače vody a chladiace vody pridáva široká škála chemikálií. Podobne sa chemikálie pridávajú do odpadovej vody pre podobné účely alebo ako čistiace činidlá, ako sú zrážadla ťažkých kovov, flokulačné činidlá a podobne.

Existuje celý rad dôvodov, prečo je žiadúce regulovať hladinu týchto prísad vo vodnom systéme. Pridanie príliš veľa upravujúcej chemikálie, (predávkovanie) je zbytočne nákladné a môže zabrániť, aby bol program úpravy čo do nákladov efektívny. Predávkovanie môže spôsobiť, že sa vo vypustenej vode objavia neprijateľne vysoké hladiny upravujúcich chemikálií, ktoré naopak môžu predstavovať problémy, ktoré majú vplyv na životné prostredie, a môžu byť na prekážku procesu v zariadeniach na úpravu biologického odpadu. Týmto spôsobom môže predávkovanie spôsobiť, že priemyselné zariadenie nedovolené prekročí povolené vypúšťanie svojej odpadovej vody.

Privádzanie upravujúcich chemikálií v príliš malej dávke, to jest poddávkovanie, spôsobí, že bude program úpravy neúčinný. V prípade použitia mikrobicidu nesmie byť pre reguláciu rastu mikroorganizmov prírodné veľa chemikálií. V prípade úpravy vody využívajúcej zrážadlá pre takzvané ťažké kovy, to jest také prechodné kovy, ktoré sú toxické a budú, ak sa vypustia do riek, jazier alebo iných prírodných zdrojov vody, spôsobovať škody na životnom prostredí, poddávkovanie zrážadla umožní vypúšťanie toxických hladín ťažkých kovov. Takto môže aj poddávkovanie spôsobiť, že priemyselné zariadenie bude prekračovať povolené limity vypúšťania svojej odpadovej vody. Tak môže mať porucha regulácie hladín chemikálií na úpravu vody zreteľné škodlivé následky pre životné prostredie.

Pre regulovanie prívodu chemikálie na úpravu vody boli navrhnuté dve technológie. Pri prvej technológii regulácie sa upravujúca chemikália pridáva, kým sa nezistí malý prebytok a

potom sa pridávanie chemikálie zastaví čo možno najskôr, aby sa minimalizovalo predávkovanie. Ideálne by bolo, aby sa nepoužil prebytok upravujúcej chemikálie. Tento pracovný postup je veľmi podobný titrácii. Jeden príklad situácie, v ktorej sa tento pracovný postup používa, sa týka zrážania olova (Pb^{++}) alebo medi (Cu^{++}) z prúdu odpadovej vody za využitia dimetylditiokarbamátu sodného. Použilo by sa presné množstvo upravujúcej chemikálie, ktoré je vyžadované stechiometriou reakcie kov-ditiokarbamát, pretože pre zabezpečenie úplného odstránenia týchto kovov z odpadovej vody nie je potrebná značná hladina prebytku iónu dimetylditiokarbamátu. Pretože je zbytočné poznať aktuálnu hladinu prebytku upravujúcej chemikálie vo vode, nemusí byť spôsob používaný pre zabezpečovanie upravujúcej chemikálie veľmi precízny alebo presný; a široké lineárne rozmedzie nebude nepostrádateľné. Doba odozvy musí byť však veľmi rýchla, aby sa minimalizovalo predávkovanie, a metóda musí byť dosť citlivá, aby dávala detekovateľnú odpoveď na nízku hladinu prebytku upravujúcej chemikálie.

Pri druhej navrhutej technológii regulácie sa chemikália na úpravu vody pridáva, kým sa nedosiahne presne stanovená hladina koncentrácie chemikálie vo vode, a dodatočná chemikália sa pridáva, keď je potrebné zabezpečiť túto hladinu. Jeden príklad situácie, pri ktorej by sa tento pracovný postup použil, je pridanie mikrobicídu do podsiet'ovej vody v papierenskom stroji. Určitá hladina mikrobicídu, často 100 alebo menej, bude potrebná, aby sa zabránilo rastu mikroorganizmov, a bude nevyhnutné zabezpečiť túto hladinu v určitých medziach. Ak hladina mikrobicídu klesne príliš nízko, môže začať rásť populácia mikroorganizmov do úrovni, ktoré budú rušiť činnosť papierenského stroja. Na druhej strane, ak je hladina mikrobicídu príliš vysoká, bude použitie prebytočnej chemikálie znamenať plýtvanie peniazmi. To môže spôsobiť problémy pri výrobe papiera, (napríklad stratu farby papiera, i chemikália sa môže objaviť v odpadovej vode z papiera a tak môže spôsobiť problémy s vypúšťaním odpadovej vody. Postup používaný pre meranie hladiny upravujúcej chemikálie vo vode musí byť dostatočne presný, aby správne určil, či je hladina upravujúcej chemikálie v požadovanom rozsahu. I keď sú doba odozvy a citlivosť také dôležité, nebudú tieto charakteristiky všeobecne tak kritické pre túto situáciu ako pre vyššie popísanú technológiu regulácie titračného typu. Od citlivosti sa iba vyžaduje, aby bola dosť vysoká na to, aby uskutočnila presné určenie zmesi pri zvolenej hladine použitia. Akonáhle sa v systéme nastaví požadovaná hladina upravujúcej chemikálie, budú zmeny hladiny relatívne pomalé a rýchla odozva nevyhnutná pre zastavenie pridávania upravujúcej chemikálie pri vyššie popísanom postupe úpravy nebude potrebná. Návrh

príslušenstva regulácie a technológie, ktorá sa môže použiť pre uskutočnenie oboch týchto spôsobov regulácie, je dôležitým predmetom tohto patentu.

Ako je vidieť na obrázku 1, regulácia akéhokoľvek procesu úpravy vody, ako je zrážanie ťažkých kovov z odpadovej vody, vyžaduje tri základné zložky:

1. Dávkovacie zariadenie 102 chemikálie, u ktorého je nevyhnutné, aby mohla byť rýchlosť, (rýchlosť dávkovania), regulovaná elektricky. Toto dávkovacie zariadenie bude obvykle čerpadlo pre privádzanie kvapalinových chemikálií na úpravu vody (ďalej len upravujúca chemikália) napríklad zo zásobníka 104 upravujúcej chemikálie, avšak pre privádzanie pevných upravujúcich chemikálií sa môže použiť závitkový podávač vybavený motorom s meniteľnými obrátkami.

2. Pre detekovanie množstva upravujúcej chemikálie, ktorá je v systéme alebo ktorú systém potrebuje, je potrebný snímač 106 a pridružená elektronika 108. Tento snímač 106 dáva spätnoväzbový signál, ktorý je vysielaný do regulátora.

3. Regulátor 110 je treba, na (a) porovnávanie spätnoväzbového signálu zo snímača 106 so signálom, ktorý by zodpovedal požadovanej hladine upravujúcej chemikálie, a (b) na uskutočňovanie takých regulačných zásahov v dávkovacom zariadení chemikálie, aby hladina upravujúcej chemikálie zistená vo vode zodpovedala s požadovanou hladinou.

Tieto tri komponenty musia byť v nejakej forme prítomné, aby sa zabezpečila regulácia hladiny používanej chemikálie na úpravu vody. Je pravda, že sa nedá dosiahnuť účinná regulácia, ak chýba spätná väzba. V niektorých prípadoch môže funkciu jednej alebo niekoľkých z týchto komponentov predstavovať človek. Napríklad pri najjednoduchšej možnej zostave môže obsluha odoberať vzorku vody, chemicky ju analyzovať (funkcia snímača), vypočítať a zväžiť množstvo potrebnej upravujúcej chemikálie (funkcia regulátora), a upravujúcu chemikáliu pridať manuálne (funkcia dávkovacieho zariadenia chemikálie). Pre mnohé operácie by bolo predsa len výhodné uskutočňovať tieto funkcie automaticky. Automatická regulácia je v mnohých prípadoch menej nákladná ako regulácia manuálna a vhodne navrhnutý automatický systém by mal byť schopný regulovať hladiny upravujúcich chemikálií presnejšie a spoľahlivejšie ako ľudská obsluha. Automatické regulátory, ktoré sa pre tento účel môžu použiť, uskutočňujú regulačné algoritmy zapnuté/vypnuté (ON/OFF) alebo propocionálne / integrálne / derivačné regulačné algoritmy (PID) a sú k dostaniu u mnohých výrobcov, ako je Honeywell, Inc. z Minneapolis, Minnesota a Fenwal, Inc. z Ashland, Massachusetts. Prvoradou úlohou tohto

patentu je predložiť automatickú reguláciu schopnú poskytnúť vďaka použitiu voltmetrických snímačov požadovaný spätnoväzbový signál.

Existujú dva základné prístupy, ktoré môžu byť použité pre vytvorenie spätnoväzbového signálu pre regulátor. Pri prvom z týchto dvoch prístupov snímač 106 reaguje priamo na koncentráciu upravujúcej chemikálie prítomnej vo vode a generuje spätnoväzbový signál priamo úmerný ku koncentrácii upravujúcej chemikálie. Inými slovami, spätnoväzbový signál rastie vtedy, keď rastie hladina upravujúcej chemikálie. Jeden príklad takej aplikácie by sa mohol týkať použitia glutaraldehydu alebo ditiokarbamátovej soli pre reguláciu rastu mikroorganizmov vo vode. Vhodný snímač 106 by priamo reagoval na hladinu mikrobicídu vo vode.

Podľa druhého prístupu môže snímač 106 reagovať skôr na nejakú látku vo vode, s ktorou má upravujúca chemikália reagovať, ako na hladinu upravujúcej chemikálie. Týmto spôsobom by snímač 106 generoval spätnoväzbový signál, ktorý je nepriamo úmerný hladine upravujúcej chemikálie. Spätnoväzbový signál by sa inými slovami znižoval, keby hladina upravujúcej chemikálie stúpala. Jeden príklad takejto aplikácie by sa mohol týkať použitia dimetylditiokarbamátu sodného pre zrážanie určitých presne stanovených ťažkých kovov z prúdu odpadu. V systéme, ktorý obsahuje veľmi obmedzenú rozmanitosť kovov, by bolo možné poskytnúť spätnoväzbový signál pre každý kov za použitia anódovej prúžkovej voltmetrie. Jeden spriahnutý prístroj pre uskutočňovanie tohto typu merania je k dostaniu u Ionics, Inc. z Watertown, Massachusetts.

Niektoré situácie budú vyžadovať použitie spätnoväzbových signálov, ktoré budú priamo úmerné hladine upravujúcej chemikálie v systéme. Jedným príkladom tohto prípadu by bolo zachovanie danej hladiny mikrobicídu, ako bolo popísané hore. Ďalší príklad by zahŕňal použitie soli dimetylditiokarbamátu pre zrážanie radu iónov kovov z prúdu odpadu. V tomto prípade by bolo zbytočné stanovovať hladinu každého z iónov kovov v odpadovej vode, aby sa upravovalo množstvo pridávaného ditiokarbamátu; bolo by iba nevyhnutné nastaviť a udržiavať vopred stanovenú hladinu prebytku ditiokarbamátu v prúde odpadu. Ak je v odpadovej vode dostatočná účoveň prebytku ditiokarbamátu, potom sa dá predpokladať, že boli vyzrážané všetky z rozpustených ťažkých kovov. Stanovenie koncentrácie ditiokarbamátu by bolo d'aleko jednoduchšie ako stanovenie hladín všetkých ťažkých kovov v odpadovej vode.

Na druhej strane budú určité situácie vyžadovať použitie spätnoväzbového signálu, ktorý je nepriamo spojený s hladinou upravujúcej chemikálie v systéme. Pre situácie, ktoré sa

týkajú odstránenia toxických látok z prúdu odpadu, je táto technológia žiadúca, pretože spätnoväzbový signál reguluje nielen prívod upravujúcej chemikálie, ale poskytuje aj priame zaznamenateľné merania hladiny toxickej látky v prúde odpadu. Záznamy týchto meraní môžu byť použité pre dokumentovanie zhody alebo nezhody s vypúšťaním odpadovej vody, ktoré je zariadeniu povolené. Napríklad povolený výpusť zariadenia na úpravu odpadovej vody, ktoré pre zrážanie ťažkých kovov využíva dimetylditiokarbamát sodný môže mať limitnú medzu hladiny iónov dimetylditiokarbamátu, ktorý môže byť prítomný vo finálnej vytekajúcej vode. Snímač 106, ktorý reaguje priamo na hladinu prebytku iónov dimetylditiokarbamátu v prúde odpadu, môže byť použitý pre vytváranie spätnoväzbového signálu pre reguláciu prívodu roztoku iontu železa, ktorý reaguje s iónom ditiokarbamátu a tak prebytok iónu ditiokarbamátu zráža. Zaznamenávanie snímanej hladiny iónu ditiokarbamátu, to jest spätnoväzbový signál, bude preverovať, že bol ión ditiokarbamátu z prúdu odpadu primerane odstránený. Bohužiaľ nie všetky toxické látky, ktoré sa musia z vytekajúcej odpadovej vody odstrániť, môžu sa určiť bez obtiaží analytickými postupmi začlenenými do systému. Ďalším dôležitým cieľom tohto vynálezu je vytvoriť spôsob generovania spätnoväzbových signálov, ktoré sa môžu použiť pre priamu alebo nepriamu reguláciu prívodu chemikálií na úpravu vody a pre dokumentovanie zhody s povoleným výpusťom odpadovej vody.

Aby sa vytvoril efektívny spätnoväzbový signál, musí snímač 106 uskutočniť kvantitatívnu analýzu upravenej vody alebo prúdu odpadu, aby skontroloval hladinu požadovanej upravujúcej chemikálie. Aby sa mohli použiť pre merania zaradené do systému, boli automatizované mnohé bežné laboratórne technologické postupy. Vybavenie pre kolorimetrickú analýzu pre zaradenie do systému je k dostaniu u Hach Co. z Lovelandu, Colorado. Podobne bolo vybavenie pre turbidimetrické analýzy pre zaradenie do systému popísané v US patente

č. 4,923, 599.

Elektrochemické merania sú veľmi vhodné ako základňa pre vytváranie spätnoväzbového signálu z viacerých dôvodov :

(1) Mnoho z chemikálií používaných pri úprave vody alebo odpadovej vody môže byť stanovené za použitia elektrochemických pracovných postupov.

(2) Vybavenie nevyhnutné pre elektrochemické merania je v porovnaní s vybavením nevyhnutným pre kolorimetrické merania alebo pre chromatografické merania (HPLC) lacné.

(3) Elektrochemické snímače sú doslova jednoduché a sú typicky robustné a spoľahlivé. Na rozdiel od kolorimetrických a turbidimetrických meraní zaradených do systému, ktoré by vyžadovali čerpadlá pre udržiavanie časti upraveného alebo odpadového prúdu pretekajúceho optickými bunkami, nemajú elektrochemické snímače pohyblivé časti, ktoré majú vysokú pravdepodobnosť poškodenia.

(4) Elektrochemické snímače sa ľahšie udržiavajú ako kolorimetrické alebo turbidimetrické, ktoré vyžadujú čas a veľké úpravy a čistenie laboratória. Tento znak je dôležitý, pretože vystavenie vplyvu upravených alebo odpadových prúdov, najmä prúdov obsahujúcich vysokú hladinu zrazených solí, bude rýchle znečisťovať povrch akéhokoľvek meracieho prístroja. Ak je elektrochemický snímač dostupný, môže byť pre udržiavanie elektródy dostačujúce jednoduché manuálne utrenie. Nedostupné snímače vyžadujú zvláštnu techniku čistenia.

Navrhnutá technika pre uskutočňovanie elektrochemických meraní zahŕňa potenciometrické postupy, ktoré sa týkajú meraní napätia, ktoré sa vyvíjajú v závislosti na povrchu elektródy, keď sa ponára do roztoku. Napätie sa meria proti referenčnej elektróde, ako je dvojica striebro/chlorid strieborný (Ag/AgCl) alebo saturovaná kalomelová elektróda (SCE). Zariadenia na meranie napätia používané pre túto techniku musia byť prít'azlivé čo možno malým prúdom prechádzajúcim elektródami tak, aby sa potenciály elektród meraním nemenili. Inými slovami sa musí použiť merací obvod s veľmi vysokou impedaciou. Pri ideálnom potenciometrickom meraní by elektródami nemal prechádzať vôbec žiadny prúd. V praxi sú navrhnuté všeobecne používané obvody meracích napätí, pri ktorých prechádza elektródami menej ako pikoampér (1 pA alebo 10^{-12} ampéru). Maximálne vstupné prúdy môžu byť v malom femtoampérovom rozsahu (fA alebo 10^{-15} ampér) dosiahnuté pri použití prúdovo použiteľných elektrometrických zosilovačov, ako je zosilovač AD549L vyrábaný Analog Devices, Inc. z Norwood, Massachusetts.

A však používanie potenciometrických meraní pre generovanie spätnoväzbového signálu v riadiacom systéme neposkytovalo uspokojivé výsledky. Pre začiatok je napätie, ktoré sa meria pri potenciometrickom určení, priamo úmerné logaritmu koncentrácie látky, ktorá sa meria. Tento logaritmický vzťah vyžaduje komplikované elektronické vybavenie, aby sa získal zobrazený prehľad nameranej koncentrácie, napríklad % , pulzová polohová modulácia a tak ďalej. Preto znižuje logaritmický vzťah získaný pri potenciometrických meraniach presnosť a rozlíšiteľnosť stanovenia koncentrácie a toto obmedzenie znižuje presnosť, s ktorou môže byť

hladina koncentrácie regulovaná. Tento regulačný systém nemôže byť inými slovami schopný zabezpečovať a reagovať na zmeny koncentrácie upravujúcej chemikálie vo vode, pokiaľ nie sú tieto zmeny značné, to jest zmeny so súčiniteľom 2 až 3 alebo viac.

Ďalej môže byť doba odozvy pre potenciometrické merania veľmi pomalá, najmä pre iónovo selektívne elektródy používané v roztokoch, ktoré obsahujú veľmi nízke koncentrácie chemikálie na analýzu. Táto doba odozvy môže byť rádovo v minútach a spätnoväzbový signál s takto pomalou dobou odozvy nemôže dávať regulátoru dost' času na reakciu na zmenu koncentrácie v systéme, najmä pri prietokovej konštrukcie. V čase, keď takýto snímač reagoval na náhlu zmenu požiadavkom na upravujúcu chemikáliu, mohlo by byť pre kontrolný systém príliš neskoro, aby zreguloval rýchlosť napájacieho zariadenia chemikálie, aby zabezpečil zodpovedajúcu hladinu upravujúcej chemikálie v prúde. Počas doby, kedy snímač reaguje na zmenu požiadavky na upravujúcu chemikáliu, bude odpadová voda, ktorá sa vypustí, upravovaná nedostatočne, alebo bude obsahovať značný prebytok upravujúcej chemikálie. V každom prípade môže byť prekročený povolený výpust zariadenia.

Naviac môže byť uskutočnenie meracích obvodov s extrémne vysokou impedanciou, ktoré sa pre potenciometrické merania vyžadujú, vážne znehodnotené prítomnosťou vlhkosti alebo chemického znečistenia, ktoré sú pre priemyselné prostredie prirodzené.

Nakoniec je meranie zmiešaného potenciálu, ako je určenie oxidačne redukčného potenciálu (ORP), čistý výsledok vplyvu viacerých faktorov, ako je pH a prítomnosť oxidačných alebo redukčných činidiel. Nie je to spôsob pre rozoznávanie alebo rozlíšenie rôznych zložiek, ktoré meraný potenciál určujú.

Podstata vynálezu

Podľa toho je predložený vynález zameraný na regulačný systém, ktorý sa v podstate vyhýba jednému alebo viacerým z týchto problémov spôsobených obmedzeniami a nevýhodami súvisiaceho stavu techniky.

Aby sa dosiahlo týchto a ďalších výhod a v súlade s cieľom vynálezu, ako je uskutočnený a rozsiahle popísaný, zahŕňa vynález privádzanie vonkajšieho napätia referenčnú elektródu a pracovnú elektródu do roztoku, ktorý sa upravuje, meranie prúdu, ktorý preteká pracovnou elektródou, prevod nameraného prúdu na napätie, ktoré je úmerné množstvu upravujúcej chemikálie v roztoku, ktorý sa má upravovať, a zosilnenie prevedeného napätia pre vytvorenie spätnoväzbového signálu.

Podľa ďalšieho aspektu vynález zahŕňa privádzanie požadovaného vonkajšieho napätia, meraného medzi referenčnou elektródou a pracovnou elektródou, cez počítaciu elektródu a pracovnú elektródu do roztoku, ktorý sa upravuje, použitie pracovnej elektródy na meranie prúdu, ktorý preteká roztokom, zmenu nameraného prúdu na napätie, ktoré je úmerné množstvu upravujúcej chemikálie v upravovanom roztoku, a zosilenie získaného napätia pre vytvorenie spätnoväzbového signálu.

Je treba chápať, že ako predchádzajúci všeobecný opis, tak aj nasledujúci opis podrobný slúži ako príklad a objasnenia a sú určené k tomu, aby poskytli ďalšie vysvetlenia vynálezu, ako je definovaný.

Zahrnuté sú aj priložené výkresy, pre ďalšie pochopenie vynálezu, ktoré sú začlenené a predstavujú časť pokladov, ilustrujúcich rad telesných vyhotovení vynálezu a spolu s opisom slúžia na vysvetlenie princípu vynálezu.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Priložené výkresy, ktoré sú zahrnuté do podkladov a predstavujú ich časť, zobrazujú telesné vyhotovenie vynálezu a spoločne s popisom slúžia na objasnenie cieľov, výhod a podstaty vynálezu.

Na výkresoch je :

obr. 1 - bloková schéma privodného systému chemikálie;

obr. 2 - schéma zapojenia voltmetrického systému s dvomi elektródami zkonštruovaného v súlade s prvým uskutočnením vynálezu;

obr. 3 - schéma zapojenia jednosmerného potenciostatu zkonštruovaného v súlade s druhým telesným uskutočnením vynálezu;

obr. 4 - schéma zapojenia čistiaceho obvodu elektródy zkonštruovaného v súlade s tretím uskutočnením vynálezu;

obr. 5 - schéma zapojenia čistiaceho obvodu elektródy zkonštruovaného v súlade so štvrtým telesným uskutočnením vynálezu a

obr. 6 - schéma zapojenia diferenciálneho jednosmerného potenciostatu zkonštruovaného v súlade s piatym telesným uskutočnením vynálezu.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Pri systéme na regulovanie prívodu chemikálií na úpravu vody sa môže stanovovať spätná väzba uskutočnením elektrochemických meraní využívajúcich voltmetrické spôsoby, ktoré zahŕňajú prívod napätia do roztoku cez dve elektródy a meranie prúdu, ktorý medzi týmito elektródami preteká. Tá elektróda, na ktorej dochádza k požadovanej oxidácii alebo redukcii, sa nazýva pracovná elektróda a aplikovaný potenciál (napätie) na povrchu tejto elektródy sa meria oproti tomu istému typu referenčnej elektródy, ktorá sa používa na uskutočnenie potenciometrických meraní. V príklade zahŕňajúcom použitie dimetylditiokarbamátových iónov na zrážanie kovových iónov z odpadovej vody sú ióny dimetylditiokarbamátu oxidované na pracovnej elektróde pri použití potenciálu +300 milivolt oproti Ag/AgCl. Pracovná elektróda meria elektrický prúd pretekajúci roztokom ako výsledok tejto oxidačnej reakcie priamo úmerný hladine ditiokarbamátových iónov vo vode a môže byť teda zosilnený pre využitie ako spätnoväzbový signál pre reguláciu čerpadla privádzajúceho ióny ditiokarbamátu do systému. Podobne môže sa teda nastavovaním privádzaného napätia merať elektrický prúd, ktorý je úmerný koncentrácii aldehydu, ako je formaldehyd, glutaraldehyd, alebo zmes, ktorá je schopná uvoľňovať ktorúkoľvek z týchto zlúčenín do procesu alebo odpadovej vody. Tento prúd sa môže meniť na napätie a zosilňovať pre využitie ako spätnoväzbový signál pre reguláciu čerpadla, ktoré privádza do systému aldehyd.

V niektorých prípadoch môže však meracie zariadenie jednosmerného prúdu (DC), ktoré sa používa pri vyššie popísanom voltmetrickom postupe, poskytnúť premenlivý signál, čo sťažuje meranie a zistenie presnej hladiny upravujúcej chemikálie v systéme. Premennivý priebeh tohto meracieho signálu je zavinený pohybom vzorky roztoku okolo povrchu pracovnej elektródy. Tento pohyb môže byť spôsobený konvekciou tepla i miešaním upravovanej vody mechanickou miešačkou. Prítomnosť vysokej hladiny suspendovaných látok vo vode, ktorá sa má upravovať, ako je ílová kaša, prináša ďalšiu komplikáciu obom spôsobom regulácie tým, že suspendované látky budú brániť difúzii molekúl upravujúcej chemikálie na povrch elektródy, čo má za následok rozpad meraného signálu s časom.

Obidva z týchto problémov môžu byť zmiernené použitím techniky chronoampérometrie, pri ktorej je použité napätie sled impulzov namiesto ustáleného jednosmerného napätia. Medzi pulzami je použité napätie udržiavané na úrovni, pri ktorej je malá alebo žiadna oxidácia alebo redukcia upravujúcej chemikálie a meraný jednotkový prúd je

teda zanedbateľne malý. Aplikované napätie je však behom pulzov posunuté na úroveň, pri ktorej je upravujúca chemikália oxidovaná alebo redukovaná. Prúd, ktorý sa meria behom aplikácie použitého napätového pulzu, je pôvodne veľmi vysoký a rýchlo klesá na úroveň ustáleného stavu. Zložka signálu, ktorá sa s časom rozpadá, je súčet nefaradaického nabíjacieho prúdu a faradaického signálu, ktorý je funkciou koncentrácie upravujúcej chemikálie, ktorá sa má merať. V akomkoľvek danom čase po aplikácii napätového pulzu bude faradaický prúdový signál priamo úmerný koncentrácii upravujúcej chemikálie vo vode. Nefaradaický nabíjací prúd doznieva rýchlo (rádovo v milisekundách pre elektródy s obnaženými povrchmi nie väčšími ako niekoľko milimetrov štvorcových), a tak sa môže ignorovať počkaním niekoľko milisekúnd po začiatku aplikácie pulzu pred tým, ako sa meria jednotkový prúd. Jednotkový prúd sa má merať v presne stanovenom čase po začiatku aplikácie napätového pulzu a prúdový signál, ktorý sa v tomto čase nameria, musí byť uložený, kým nie je aktualizovaný behom nasledujúceho napätového pulzu. Na vytváranie napätových pulzov, a na ovládanie vzorkovacieho obvodu s pamäťou, ktorý ukladá do pamäti merania jednotkového prúdu medzi napätovými pulzami, sú nevyhnutné presné časovacie obvody.

Na obrázku 2 je znázornené jedno výhodné uskutočnenie dvojelektrodového obvodu na vytváranie spätnoväzbového signálu v regulačnom systéme. Operačný zosilovač U1, ako sú analógové prístroje AD549, sa použije ako prevodník prúd-napätie, pre ktorý sa negatívna spätná väzba zabezpečuje odporom R3. Napätie, ktoré sa objavuje na výstupe zosilovača U1, sa bude rovnať R3 x prúd meraný pracovnou elektródou pripojenou k svorke 10. Keďže môže byť meraný prúd v malých voltmetrických jednotkách rádovo v nanoampéroch alebo menších, vyžaduje sa použitie operačného zosilovača s nízkym vstupným prúdom, s výhodou menej ako 1 pikoampér. Napätie, ktoré sa privádza na pracovnú elektródu, sa meria vzhľadom k zemi, svorke 12, ku ktorej je pripojená referenčná elektróda, a objavuje sa na vývodnom kolíku 2 zosilovača U1. Pretože zosilovač U1 pracuje s negatívnou spätnou väzbou, budú napätia na vývodných kolíkoch 2 a 3 (príslušných invertujúcich a neinvertujúcich vstupoch) vzájomne rovné a budú určené výstupom napätového sledovača U2, ako sú analógové prístroje AD707. Odpor R4, R5 a R6 vytvárajú delič napätia, ktorý sa používa pre voľbu vstupného napätia a teda výstupného napätia napätového sledovača U2. Odpor R7 obmedzuje prietok prúdu do neinvertujúceho vstupu napätového sledovača U2.

Trimpoty R1 a R8 sa používajú na vynulovanie vstupných odchýlnych napätí pre zosilovač U1 respektíve napätový sledovač U2. Odpor R2 a R9 obmedzujú prietok prúdu

nastavovacími obvodmi vstupnej odchýlky pre zosilovač U1 respektíve napät'ový sledovač U2. Kondenzátory C1, C2, C3 a C4 sa používajú, aby sa zabránilo hluku a chveniu napájacieho zdroja.

Dvojelektrodový obvod z obr. 2 je jednoduchý obvod, ktorý vytvára účinný spätnoväzbový signál na svorke J1 pre regulačný systém.

Keď prechádza referenčnou elektrodou spojenou so svorkov 12 prúd, môže nastať oxidačná alebo redukčná reakcia meniaci komponenty referenčnej elektródy. V závislosti na konštrukcii elektródy môže táto zmena meniť potenciál referenčnej elektródy, oproti ktorej sa meria napätie privedené na pracovnú elektrodu. Napätie, ktoré sa privádza na pracovnú elektrodu, sa takto posunie, keď touto jednotkou prechádza prúd, a tento posun v privádzanom napätí môže meniť meraný jednotkový prúd. Týmto spôsobom sa môže do merania jednotkového prúdu zaviesť chyba a tá zase zavádza chybu do spätnoväzbového signálu.

Keď ďalej preteká prúd vzorkovým roztokom medzi elektrodami, vyvolá sa medzi elektrodami pokles napätia, ktorý je úmerný jednotkovému prúdu. Ohmov zákon stanovuje, že tento pokles napätia bude rovný odporu roztoku násobenému jednotkovým prúdom. Tento pokles napätia bude samozrejme znižovať napätie, ktoré sa privádza na pracovnú elektrodu, a rozsah tohto zníženia bude závisieť na veľkosti jednotkového prúdu. Ako je popísané vyššie, bude chyba v privádzanom napätí prekladaná do chyby v jednotkovom prúde a následkom toho sa objaví chyba v spätnoväzbovom signály posielanom regulátoru pre prívodné zariadenie chemikálie.

Pri druhom uskutočnení je pre vytváranie spätnoväzbového signálu v regulačnom systéme vytvorený trojelektrodový obvod znázornený na obrázku 3. V tomto meracom obvode, ktorý je známy aj ako potenciostat, sa privádza vonkajšie napätie medzi počítaciu elektrodu a pracovnú elektrodu, ktoré sú na obr. 3 znázornené ponorené do roztoku. Toto vonkajšie napätie sa automaticky upravuje tak, že potenciál na povrchu pracovnej elektródy, keď sa meria proti napätíu referenčnej elektródy, je rovný požadovanej hodnote. Prúd, ktorý preteká pracovnou elektrodou, sa meria a uvádza sa ako jednotkový prúd. Ako je popísané vyššie, je jednotkový prúd priamo úmerný koncentrácii látky, ktorá je oxidovaná alebo redukovaná na povrchu pracovnej elektródy. Meranie potenciálu na povrchu pracovnej elektródy sa uskutočňuje za využitia vysokoimpedančného obvodu meracieho napätia, takže sa dovoľuje, aby referenčnou elektrodou prechádzal prúd jeden mikroampér (10^{-6} ampéru) alebo menej. Hoci nie je nevyhnutné používať extrémne vysokú vstupnú impedanciu sústavy obvodov používanej pri

potenciometrických meraniach, je vstupná impedancia stále dosť vysoká, aby zabránila pozorovateľným zmenám v zložení referenčnej elektródy a vytvorila zanedbateľný pokles napätia naprieč roztokom. Tieto zlepšenia v presnosti, ktorými je privádzané napätie regulované, budú oprávňovať k zvýšeniu komplexnosti tohto meracieho obvodu.

Obvod znázornený na obrázku 3 porovnáva potenciálový rozdiel medzi referenčnou a pracovnou elektródou, vyrovnávaný prostredníctvom vysokoimpedančného napäťového sledovača U2, s požadovaným privádzaním napätím a upravuje napätie, ktoré sa privádza na počítačiacu elektródu pripojenú ku svorke J1, takže sa požadované privádzané napätie objavuje medzi pracovnou elektródou pripojenou ku svorke J3 a referenčnou elektródou. Potenciál pracovnej elektródy oproti referenčnej elektróde sa odpočíta z požadovaného aplikovaného napätia pripočítaním požadovaného aplikovaného napätia privádzaného cez odpor R3 k potenciálu referenčnej elektródy, ktorý sa meria vzhľadom k pracovnej elektróde udržovanej na potenciáli zeme, a je privádzaný cez odpor R4. Tento rozdielový signál na invertujúcom vstupe U1 je porovnávaný s potenciálom na neinvertujúcom vstupe, ktorý je spojený so zemou cez odpor R5 a výsledný chybný signál je zosilovaný zosilnením otvoreného obvodu U1 pre privod vhodného napätia na počítačiacu elektródu. Veľkosť požadovaného aplikovaného napätia je určená deličom napätí R1 a R2 a polarita je volená prepínačom S1. Kondenzátor C3 je nevyhnutný, aby zabránil oscilácii operačného zosilovača U1, pretože sa tento zosilovač používa bez spätnoväzbovej slučky.

Trimpoty R6 a R7 sa používajú na vynulovanie vstupných rozporných napätí pre jednotlivé zosilovače U1, U2 a U3. Odpor R10 a R11 obmedzujú prietok prúdu cez príslušné vstupné upravujúce obvody odchýlky pre zosilovače U3 a U1. Kondenzátory C1, C2, C4, C5, C6 a C7 sa používajú na zabránenie hluku a kmitania napájacieho zdroja.

Voltmetrické merania v systémoch na úpravu vody alebo úpravu odpadovej vody sa môžu uskutočňovať za použitia vyššie popísaných dvojelektrodových alebo trojelektrodových techník. Pracovné aj počítačacie elektródy musia byť vyrobené z chemicky inertných, elektricky vodivých materiálov. Povrchová plocha počítačacej elektródy má byť o mnoho väčšia ako pracovnej elektródy tak, aby bol jednotkový prúd výslovne obmedzený reakciou na pracovnej elektróde skôr ako reakciou na počítačacej elektróde. Typicky sa používajú platina, zlato alebo niektorý z karbónových materiálov, ako je sklený uhlík alebo pyrolytický grafit. Ako počítačacia elektróda sa môže použiť niklová alebo grafitová tyč.

Voltmetrické stanovenia organických zlúčenín, ditiokarbamátové soli, ktoré obsahujú síru v redukovanej forme, sa majú uskutočňovať za použitia uhlíkovej elektródy ako pracovnej elektródy, pretože tieto zlúčeniny s kovovými elektródami často reagujú a vytvárajú povlak na ich povrchu.

Pri treťom hmotnostnom uskutočnení vynálezu sa môžu kovové alebo uhlíkové pracovné elektródy v obvode prvého a druhého uskutočnenia čistiť na mieste elektrolýzou. Jeden príklad obvodu, ktorý sa môže použiť na čistenie týchto elektród, je znázornený na obr. 4. Pri tomto obvode prepína časový spínač T1 meracie elektródy medzi meracím obvodom a čistiacim obvodom, ktorý bude v priebehu čistiacej periódy preháňať pracovnými a počítacími elektródami približne 150 miliampér. Pracovná elektróda je pripojená k svorke 14 ako anóda a oxidáciou vody vytvorené bublinky kyslíka odplavia usadeniny z jej povrchu a tak bude povrch účinne čistiť.

Obvod znázornený na obrázku 4 sa používa na prepínanie pracovnej elektródy a počítacej elektródy (pripojenej k svorke 16) voltmetrickej jednotky medzi meracím obvodom a zdrojom stáleho prúdu, ktorý bude elektrolyzovať vodu na povrchu elektród. Relé používané na prepínanie elektród musia mať extrémne vysoký izolačný odpor (10^{11} - 10^{12} ohmov alebo väčší), aby zabránili rozptylovému zvodovému prúdu zo zdroja stáleho prúdu vo vstupe do meracieho obvodu a spôsobeniu chýb. Relé K1 a K4 spájajú príslušné počítacie a pracovné elektródy s meracím obvodom, ak je relé K5 odbudené, a relé K2 a K3 prepájajú príslušné počítacie a pracovné elektródy so zdrojom stáleho prúdu na čistenie, pokiaľ je relé K5 nabudené. Cievka relé K5 je počas čistiacej periódy nabudená časovým spínačom T1, ako je Omron H5L-A, čo sú intervalové hodiny, ktoré sa vyznačujú ako premenlivým pracovným cyklom, tak i cyklom pamäti. Tranzistor Q1 a odpory R1 a R2 vytvárajú zdroj stáleho prúdu, ktorý môže na vytváranie požadovanej čistiacej funkcie preháňať elektródami niekoľko stoviek miliampérov.

Pri štvrtom uskutočnení vynálezu je na čistenie elektród, ktoré sú rovnako používané na oxidačno-redukčné merania (ORP), vytvorený podobný obvod. Jeden príklad tohto obvodu je znázornený na obr. 5. Pri tejto aplikácii musia mať relé K1-K4 používané na prepínanie elektród medzi meracími a čistiacími obvody veľmi vysoký izolačný odpor (minimálne 10^{12} ohmov). Relé tohtotypu sú dostupné od firmy Coto Wabash, Inc. z Providence, Rhode Island. Keďže je referenčná elektróda uzemnená v mnohých ORP monitoroch a riadiacich prístrojoch, je dôležité použiť nejaké relé na odpojenie referenčnej elektródy behom čistiacej periódy, aby sa zabránilo prietoku škodlivého prúdu touto elektródou.

Obvod znázornený na obrázku 5 sa používa na prepínanie (ORP) elektródy s oxidačno-redukčným potenciálom (pripojenej k svorke 18) a referenčnej elektródy (pripojenej k svorke 20) v potenciometrickej jednotke medzi meracím obvodom s vysokým odporom a zdrojom stáleho prúdu, ktorý bude na povrchu týchto elektród elektrolyzovať vodu. Relé K1-K4 používané na prepínanie týchto elektród musia mať mimoriadne vysoký izolačný odpor (10^{11} - 10^{12} ohmov alebo viacej), aby zabránil rozptylovému zvodovému prúdu zo zdroja stáleho prúdu vnikat' do meracieho obvodu a spôsobovať chyby. Podobne nemajú stopy elektródového signálu ležať na povrchu dosky s plošnými spojmi, ale majú byť dvojbodovo prepojené medzi kontaktmi namontovanými na PTFE bočných podstavcoch. Relé K1 a K4 spájajú príslušné referenčné elektródy a elektródy ORP s meracím obvodom, keď je relé K5 odbudené, a relé K2 a K3 pripojujú príslušné počítacie a ORP elektródy k zdroju stáleho prúdu na čistenie, keď je relé nabudené. Cievka relé K5 je nabudzovaná behom čistiacej periódy časovým spínačom T1, čo sú intervalové hodiny, ktoré sa vyznačujú ako meniteľným pracovným cyklom, tak aj cyklom pamäti. Tranzistor Q1 a odpory R1 a R2 vytvárajú zdroj stáleho prúdu, ktorý môže na vytvorenie požadovanej čistiacej funkcie preháňať elektródami niekoľko stoviek miliampérov.

Zatiaľ čo je u voltmetrických meraní často možné minimalizovať rušenie úpravou aplikovaného napätia tak, aby rušiacie substancie neboli oxidované alebo redukované, môžu byť poruchy pozadia ďalej redukované zmeraním signálu pozadia pred tým, ako sa privedie upravujúca chemikália vody, a odpočítaním tohto signálu pozadia od signálu, ktorý sa získa potom, ako sa upravujúca chemikália pridá. Pri kontinuálnych prietokových systémoch sa signál pozadia získa zo sústavy voltmetrických elektród na vstupe do nádrže pre upravujúcu chemikáliu a druhá sada elektród na výstupe z tejto nádrže sa môže použiť na meranie celkového signálu spôsobeného pozadím a pridanou upravujúcou chemikáliou. Rozdiel medzi týmito signálmi je priamo úmerný hladine požadovanej upravujúcej chemikálie a tento rozdielový signál sa môže použiť ako spätnoväzbový signál na regulovanie hodnoty, pri ktorej sa upravujúca chemikália pridáva. Rozdielový signál sa získa za použitia diferenciálneho prístrojového zosilovača, ako je AD524 vyrábaného firmou Analog Devices, Inc. z Notwoodu v Massachusetts. Na obrázku 6 je znázornený jeden príklad obvodu, ktorý sa môže použiť na vývoj voltmetrického merania korigovaného na pozadie, čo sa môže použiť ako spätnoväzbový signál pre regulátor. Pri tomto obvode sú dva trojelektrodové potenciostaty, z ktorých jeden je pre vstup upravujúcej nádrže a jeden pre výstup, a výstupy prevodníkov prúdu na napätie v týchto potenciostatoch sú pripojené k diferenciálnemu prístrojovému zosilovaču, z ktorého je

výstup naopak použitý ako spätnoväzbový signál. V mnohých prípadoch musí byť tento spätnoväzbový signál prevádzaný na signál o 4 - 20 miliampérov, aby sa mohol prenášať na regulátor, a tento prevod sa môže uskutočňovať za použitia integrovaného obvodu AD694 od Analog Devices. Tento obvod sa môže na použitie pri chronoamperometrických meraniach modifikovať pridaním (1) aparatúry sledov aplikovaných napät'ových pulzov na svorke J7, ktoré sa privádzajú na vstupnú jednotku cez R21 a na výstupnú jednotku cez R24, a (2) vzorkovacími obvodmi s pamäťou medzi výstupy prevodníkov prúdu na napätie (kolíky 6 zosilovačov U3 a U6) a + a - vstupy prístrojového zosilovača (kolíky 1 a 2 zosilovača U7). Tieto vzorkovacie obvody s pamäťou môžu byť uskutočnené za použitia integrovaných obvodov AD7569 od Analog Devices. Vzorkovací/pamäťový kontrolný signál pre vzorkovacie obvody s pamäťou je synchronizovaný so sledom aplikovaného napät'ového impulzu. Pracovný cyklus sledu aplikovaného napät'ového impulzu sa udržiava dost' nízky, aby sa roztoku na povrchu elektród umožnilo medzi napät'ovými impulzami znovu sa dostať do rovnováhy.

Obvod znázornený na obrázku 6 sa používa na stanovenie rozdielu medzi voltmetrickými signálmi, ktoré sa merajú pri spracovaní alebo v prúde odpadu pred tým, ako sa pridá upravujúca chemikália a po tom, ako bola pridaná. Rozdiel v nameraných signáloch bude primeraný len prítomnosti upravujúcej chemikálie a signály spôsobené rušivými substanciami, ktoré sú prítomné v prúde pred tým, ako sa pridá upravujúca chemikália, budú ignorované.

Pre voltmetrickú jednotku na vstupe alebo nátokovej strane toho bodu, v ktorom sa pridáva upravujúca chemikália, sa porovnáva potenciálový rozdiel medzi referenčnou elektródou pripojenou ku svorke J2 a pracovnou elektródou pripojenou ku svorke J3 oddelený vysokoodporovým napät'ovým sledovačom U2 s požadovaným priloženým napätím a napätie, ktoré je aplikované na počítaciu elektródu pripojenú ku svorke J1 sa upravuje tak, aby sa požadované priložené napätie objavovalo medzi pracovnou elektródou na svorke J3 a referenčnou elektródou na svorke J2. Potenciál pracovnej elektródy a referenčnej elektródy sa odpočíta od požadovaného priloženého napätia pridaním požadovaného priloženého napätia privádzaného cez R3 k potenciálu referenčnej elektródy na svorke J2, ktorý sa meria vzhľadom k pracovnej elektróde udržiavanej na základnom potenciáli a je privádzaný cez odpor R4. Tento diferenčný signál na invertujúcom vstupe zosilovača U1 sa porovnáva s potenciálom na neinvertujúcom vstupe zosilovača U1, ktorý je cez R5 spojený s uzemnením, a výsledný chybný signál sa zosiluje zosilnením otvoreného obvodu zosilňovača U1, aby sa k počítacej elektróde na svorke J1 privádzalo vhodné napätie. Veľkosť požadovaného priloženého napätia sa stanovuje

deličom napätia R1 a R2 a polarita sa volí prepínačom S1. Kondenzátor C3 je nevyhnutný na zabránenie kolísania operačného zosilňovača U1, pretože sa tento zosilovač používa bez spätnoväzbovej slučky.

Pre voltmetrickú jednotku na výstupe alebo nátokovej strane bodu, v ktorom sa pridáva upravujúca chemikália, sa potenciálový rozdiel medzi referenčnou elektródou pri svorke J5 a pracovnou elektródou pri svorke J6 vyrovnaný vysokoodporovým napäťovým sledovačom U5 porovnáva s požadovaným priloženým napätím a napätie, ktoré sa privádza na počítaciu elektródu pri svorke J4 sa upravuje tak, aby sa požadované priložené napätie objavovalo medzi pracovnou elektródou pri svorke J6 a referenčnou elektródou pri svorke J5. Potenciál pracovnej elektródy a referenčnej elektródy sa odpočíta od požadovaného priloženého napätia pripočítaním požadovaného priloženého napätia privádzaného cez R18 k potenciálu referenčnej elektródy pri svorke J5, ktorý sa meria vzhľadom k pracovnej elektróde pri svorke J6 udržovanej na nulovom potenciáli, a je privádzaný cez odpor R17. Tento rozdielový signál na invertujúcom vstupe zosilňovača U4 sa porovnáva s potenciálom na neinvertujúcom vstupe, ktorý je spojený s uzemnením cez R23, a výsledný chybný signál sa zosiluje zosilnením otvoreného obvodu zosilovača U4, aby sa na počítaciu elektródu pri svorke J4 priviedlo vhodné napätie. Kondenzátor C16 je nevyhnutný, aby zabránil kmitaniu operačného zosilovača U4, pretože sa tento zosilovač používa bez spätnoväzbovej slučky.

Rozdiel medzi výstupnými signálmi z prevodníkov prúdu na napätie pre vstup a výstup voltmetrických jednotiek (príslušné zosilovače U3 a U6) sa určuje prístrojovým zosilovačom U7 jednotkového zosilnenia a výstupné napätie z tohto zosilňovača na svorke J8 sa môže použiť ako spätnoväzbový signál pre regulátor.

Trimpoty R6, R7 a R9 sa využívajú na vynulovanie vstupných odchýlnych napätí pre príslušné zosilňovače U1, U2 a U3 a trimpoty R19, R22 a R12 sa používajú na vynulovanie vstupných odchýlnych napätí pre príslušné zosilňovače U4, U5 a U6. Odpor R10 a R11 obmedzujú prietok prúdu cez vstupné vyrovnávacie obvody odchýlky pre príslušné zosilovače U3 a U1. Odpor R13 a R20 obmedzujú prietok prúdu cez vstupné vyrovnávacie obvody odchýlky pre príslušné zosilňovače U6 a U4. Trimpoty R15 a R16 sa používajú na vynulovanie odchýlnych napätí pre prístrojový zosilňovač U7. Kondenzátory C1-C2 a C4-C15 sa používajú na zabránenie šumu a kmitania napájacieho zdroja.

Pre odborníkov znalých stav techniky bude zrejmé, že v predloženom vynáleze môžu byť bez odchýlenia od podstaty alebo rozsahu vynálezu vytvorené rôzne modifikácie a zmeny.

Účelom teda je , aby predložený vynález pokrýval modifikácie a zmeny tohto vynálezu, ktoré spadajú do rozsahu pripojených nárokov a ich ekvivalentov.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Spôsob regulácie chemickej úpravy roztoku zahŕňajúci kroky:
 - (a) prívod upravujúcej chemikálie do roztoku;
 - (b) prívod vonkajšieho napätia cez referenčnú elektródu a pracovnú elektródu voltmetrického senzoru pričom sú tieto elektródy ponorené do roztoku;
 - (c) meranie prúdu, ktorý preteká pracovnou elektródou;
 - (d) zmeny nameraného prúdu na spätnoväzbový signál, ktorý svedčí o koncentrácii látky v roztoku; a
 - (e) použitie spätnoväzbového signálu na reguláciu dávky prívodu upravujúcej chemikálie v kroku (a).
2. Spôsob podľa nároku 1, v ktorom krok použitia spätnoväzbového signálu podľa kroku (e) porovnáva spätnoväzbový signál a referenčný signál a tak vytvára regulačný signál na regulovanie veľkosti dávky prívodu upravujúcej chemikálie v kroku (a).
3. Spôsob podľa nároku 1, v ktorom sa v kroku (b) prívodu napätia privádza jednosmerné napätie.
4. Spôsob podľa nároku 1, v ktorom sa v kroku (b) prívodu napätia privádza sled napätových impulzov.
5. Spôsob podľa nároku 4, v ktorom sa v kroku (c) merania prúdu meria prúd po privedení sledu napätových impulzov, aby dovoľil nefaradaické nabíjanie.
6. Spôsob podľa nároku 1, ktorý ďalej zahŕňa krok:
 - (f) prívodu prúdu na pracovnú elektródu dostatočného na odstránenie usadenín z elektródy.

7. Spôsob podľa nároku 1 zahŕňajúci ďalej kroky:

meranie signálu pozadia pred tým, ako sa do roztoku zavedie upravujúca chemikália; a
odčítanie signálu pozadia zo spätnoväzbového signálu po zavedení upravujúcej chemikálie do roztoku.

8. Zariadenie na reguláciu množstva upravujúcej chemikálie privádzanej do roztoku, ktorý zahŕňa:

- prostriedok na prívod upravujúcej chemikálie do roztoku;
- voltmetrický senzor zahŕňajúci:
 - referenčnú elektródu,
 - pracovnú elektródu,
 - prostriedok na prívod napätia cez referenčnú elektródu a pracovnú elektródu, ktoré sú ponorené do roztoku,
 - prostriedok na meranie prúdu, ktorý preteká pracovnou elektródou, a
 - prostriedok na premenu nameraného prúdu na spätnoväzbový signál, ktorý indikuje koncentráciu danej látky v roztoku; a
- prostriedok na prívod spätnoväzbového signálu na dávkovací prostriedok, ktorým reguluje veľkosť dávkovania upravujúcej chemikálie.

9. Zariadenie podľa nároku 8 zahŕňajúce ďalej prostriedok na porovnávanie spätnoväzbového signálu s referenčným signálom na vytvorenie regulačného signálu na dávkovacom prostriedku na reguláciu veľkosti dávkovania upravujúcej chemikálie do roztoku.

10. Zariadenie podľa nároku 8 zahŕňajúce ďalej: prostriedok na prívod prúdu na pracovnú elektródu dostatočného na odstránenie usadenín z pracovnej elektródy.

11. Zariadenie podľa nároku 8 zahŕňajúce ďalej:

- prostriedok na meranie signálu pozadia pred privedením upravujúcej chemikálie do roztoku; a
- prostriedok na odpočítanie signálu pozadia od spätnoväzbového signálu po tom, čo sa do roztoku zavedie upravujúca chemikália.

12. Spôsob regulácie chemickej úpravy roztoku zahŕňajúci kroky:

- (a) prívodu upravujúcej chemikálie do roztoku;
- (b) prívodu vonkajšieho napätia cez počítaciu elektródu a pracovnú elektródu voltmetrického senzora, pričom sú elektródy ponorené v roztoku;
- (c) udržiavanie napätia medzi referenčnou elektródou voltmetrického senzora a pracovnou elektródou na požadovanej úrovni napätia;
- (d) meranie prúdu, ktorý preteká pracovnou elektródou;
- (e) zmenu nameraného prúdu na spätnoväzbový signál, ktorý udáva koncentráciu látky v roztoku; a
- (f) využitie spätnoväzbového signálu na reguláciu veľkosti prívodu upravujúcej chemikálie v kroku (a).

13. Spôsob podľa nároku 12. pri ktorom sa v kroku (b) prívodu napätia privádza jednosmerné napätie.

14. Spôsob podľa nároku 12, pri ktorom sa v kroku (b) prívodu napätia privádza sled napätových impulzov.

15. Spôsob podľa nároku 14, pri ktorom sa v kroku (b) merania prúdu meria prúd po prívode sledu napätových impulzov, aby sa umožnilo utlmiť nefaradaický nabíjajúci prúd.

16. Spôsob podľa nároku 12 ďalej zahŕňajúci krok:

- (g) prívod prúdu na pracovnú elektródu dostatočného na odstránenie usadenín z elektródy.

17. Spôsob podľa nároku 12 zahŕňajúci ďalej kroky:

- meranie signálu pozadia pred zavedením upravujúcej chemikálie do roztoku; a
- odpočítanie signálu pozadia od spätnoväzbového signálu po zavedení upravujúcej chemikálie do roztoku.

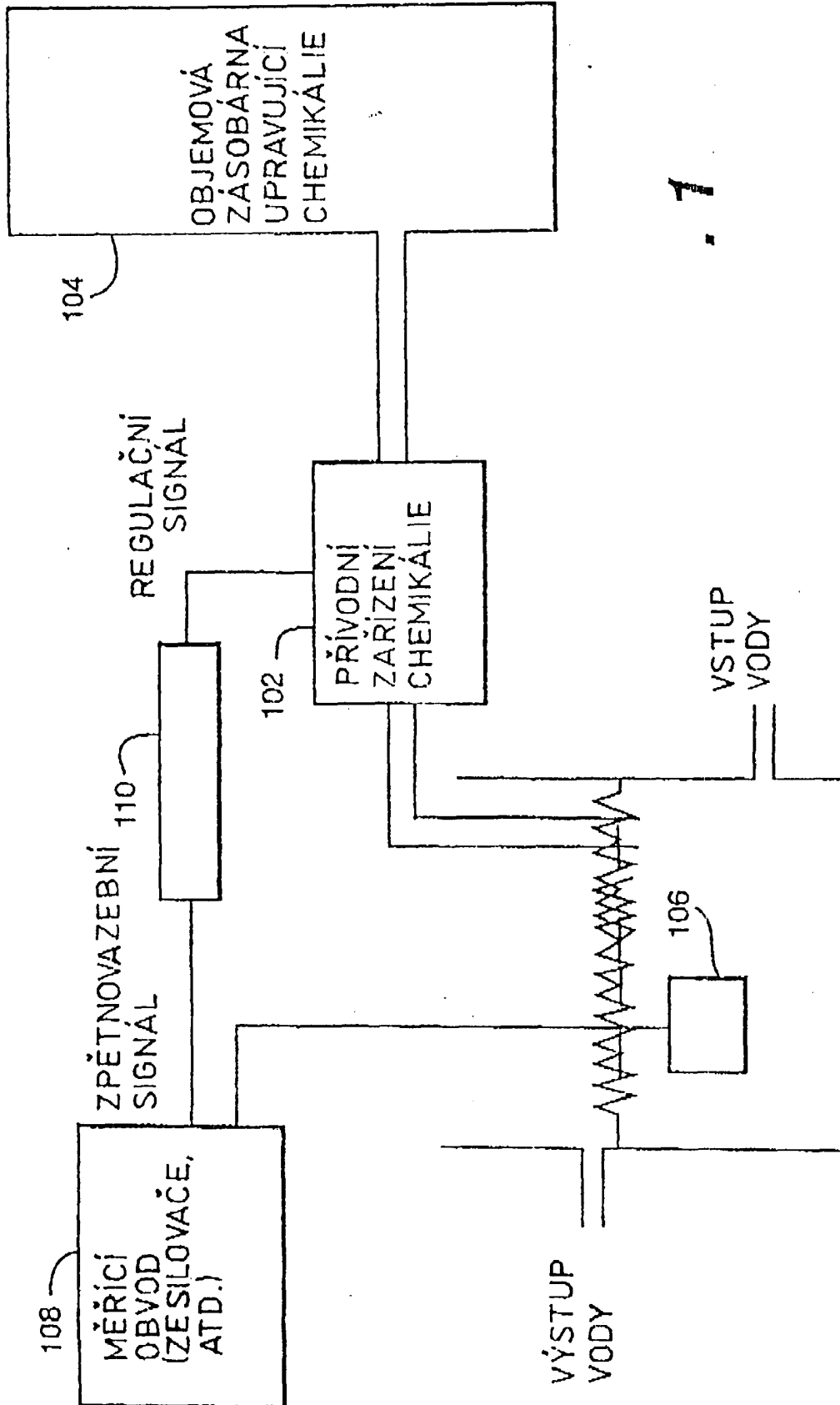
18. Zariadenie na vytváranie spätnoväzbového signálu v systéme na regulovanie množstva upravujúcich chemikálií pridávaných do roztoku, ktoré zahŕňa:

- prostriedok na prívod upravujúcej chemikálie do roztoku;
- voltmetrický senzor zahŕňajúci:
 - referenčnú elektródu,
 - pracovnú elektródu,
 - počítaciu elektródu,
 - prostriedok na aplikáciu vonkajšieho napätia cez počítaciu elektródu a pracovnú elektródu, keď sú ponorené v roztoku,
 - prostriedok na udržiavanie napätia medzi referenčnou elektródou a pracovnou elektródou na požadovanom napätí,
 - prostriedok na meranie prúdu, ktorý preteká pracovnou elektródou, a
 - prostriedok na zmenu nameraného prúdu na spätnoväzbový signál, ktorý udáva koncentráciu látky v roztoku; a
- prostriedok na použitie spätnoväzbového signálu na reguláciu množstva prívodu upravujúcej chemikálie do roztoku.

19. Zariadenie podľa nároku 18 zahŕňajúci ďalej prostriedok na prívod prúdu na pracovnú elektródu, ktorý je dostatočný na odstránenie usadenín z pracovnej elektródy.

20. Zariadenie podľa nároku 18 zahŕňajúce ďalej:

- prostriedok na meranie signálu pozadia pred tým, ako sa upravujúca chemikália zavedie do roztoku; a
- prostriedok na odpočítanie signálu pozadia od spätnoväzbového signálu po zavedení upravujúcej chemikálie do roztoku .



SYSTÉM NA ÚPRAVU VODY
KONTINUÁLNÍ NEBO DÁVKOVANÁ ÚPRAVA

