

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

30 946

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C02F 1/44

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-33875**
(22) Přihlášeno: **01.07.2017**
(47) Zapsáno: **21.08.2017**

- (73) Majitel:
ASIO, spol. s r.o., Brno, Horní Heršpice, CZ
Vysoká škola chemicko- technologická v Praze,
Praha 6, Dejvice, CZ
KONEKO, spol. s r.o., Ostrava, Mariánské Hory,
CZ
- (72) Původce:
Ing. Ondřej Škorvan, Sušice, Sušice II, CZ
doc. Ing. Martin Páidar, Ph.D., Praha 5, Stodůlky,
CZ
Ing. David Popelář, Rychvald, CZ
- (74) Zástupce:
KANIA*SEDLÁK*SMOLA Patentová kancelář,
Ing. Veronika Zemanová, Mendlovo náměstí 1a,
603 00 Brno

- (54) Název užitého vzoru:
**Deamonifikační zařízení pro čištění
odpadních vod s vysokou koncentrací
amoniakálního dusíku**

CZ 30946 U1

Deamonifikační zařízení pro čištění odpadních vod s vysokou koncentrací amoniakálního dusíku

Oblast techniky

5 Technické řešení se týká deamonifikační jednotky pro čištění odpadních vod, zejména průmyslových odpadních vod, s vysokou koncentrací amoniakálního dusíku pomocí hybridního procesu, který kombinuje dialýzu s chlorací do bodu zvratu.

Dosavadní stav techniky

10 Nejvíce rozšířený způsob odstraňování dusíkatých kontaminantů z komunálních a průmyslových odpadních vod je kombinací biologických procesů aerobní nitrifikace a anoxické denitrifikace v aktivačních čistírnách odpadních vod. Přítomnost a koncentrace dusíkatých látek v přítoku, spolu s požadavky na kvalitu vyčištěné vody, jsou často určující pro velikost nádrží a výši provozních nákladů spojených hlavně s dodávkou kyslíku pro nitrifikaci a případně dodávkou organických látek pro denitrifikaci, pokud jich není v odpadní vodě dostatek, nebo nejsou v dostupné formě.

15 V případě vysoce koncentrovaných odpadních vod (kalové vody, průmyslové odpadní vody, skládkové výluhy apod.) mohou působit sloučeniny dusíku také inhibičně až toxicky, a biologická eliminace dusíku tak není vhodným řešením.

20 Z metod chemické oxidace lze pro odstraňování dusíkatých kontaminantů z komunálních a průmyslových odpadních vod použít především chloraci, při níž se amonné ionty oxidují až na elementární dusík nebo oxid dusný. Z chlorační křivky vody s obsahem amonných iontů vyplývá, že je nutné použít dávku chloru odpovídající minimálně bodu zvratu (obr. 1), přičemž v pásmu 1 dochází k tvorbě chloraminů, v pásmu 2 dochází k oxidačnímu rozkladu chloraminů a v pásmu 3 teprve dochází k nárůstu koncentrace volného zbytkového chloru.

25 Bod zvratu (hranice mezi pásmem 2 a 3) se nachází zpravidla na hmotnostní dávce chloru 8 až 10x vyšší, než je hmotnostní koncentrace amonných iontů. Pro oxidaci je tedy nutné použít poměrně vysokých dávek chloru, obecně osmi až desetinásobek hmotnostní koncentrace amonných iontů. Ve vodě po ošetření zůstává také i určitá zbytková koncentrace páchnoucího dia trichloraminu, takže je nezbytná jejich následná separace z vody. Tato dechlorace se provádí filtrací vody přes granulované aktivní uhlí, případně v kombinaci s využitím dlouhých retenčních časů v uskladňovacích nádržích umožňujících jejich rozklad.

30 V současnosti je oxidace chlorem, případně chloraminace, běžně využívána v úpravě pitné vody a) pro odstranění nízkých koncentrací amoniakálního dusíku, b) pro zajištění hygienického zabezpečení.

35 Pro čištění průmyslových odpadních vod se tato technologie nepoužívá, protože může docházet ke tvorbě halogenderivátů organických látek v odpadních vodách (souhrnně stanovovaných jako AOX), které jsou taktéž limitovaným parametrem při vypouštění odpadních vod. Do skupiny halogenovaných organických látek AOX patří látky obecně nebezpečné a toxické pro vodní organismy i člověka, které navíc mají schopnost bioakumulace (setrvávají v životním prostředí). Jejich vliv na kvalitu životního prostředí lze proto označit za významný.

Podstata technického řešení

Nevýhody dosavadního stavu techniky jsou do značné míry eliminovány deamonifikačním zařízením pro čištění odpadních vod s vysokou koncentrací amoniakálního dusíku, které obsahuje

45 - první dialyzér pro úpravu odpadní vody, jehož vnitřní prostor je membránovým modulem obsahujícím soustavu kation selektivních membrán rozdělen na koncentrátový prostor a diluátový prostor,

- první zásobník aktivního chlóru, který je svým výstupem propojený s diluátovým prostorem prvního dialyzéru.

S výhodou deamonifikační zařízení dále obsahuje neutralizační nádrž, do které je zaústitelný přívod odpadní vody a přívod ze zásobníku kyseliny a přívod ze zásobníku zásady pro úpravu pH odpadní vody, a jejíž výstup upravované odpadní vody je přímo nebo nepřímo (přes zásobní nádrž) propojitelný s koncentrátovým prostorem prvního dialyzéru.

- 5 Deamonifikační zařízení s výhodou dále obsahuje zásobní nádrž, přičemž její vstup je přímo nebo nepřímo (přes neutralizační nádrž) propojitelný s přívodem odpadní vody a výstup upravované odpadní vody ze zásobní nádrže je propojitelný s koncentrátovým prostorem prvního dialyzéru.

- 10 Výhodné provedení deamonifikačního zařízení podle dále obsahuje první akumulaciční nádrž, která je svým vstupem pro upravovanou odpadní vodu propojená s výstupem z koncentrátového prostoru prvního dialyzéru a svým výstupem upravované vody je propojitelná se vstupem do koncentrátového prostoru prvního dialyzéru.

- 15 S výhodou je první zásobník aktivního chlóru svým vstupem propojený s diluátovým prostorem prvního dialyzéru a/nebo deamonifikační zařízení dále obsahuje první generátor aktivního chlóru, jehož výstup je propojený s prvním zásobníkem aktivního chlóru.

Rovněž je výhodné, když deamonifikační zařízení obsahuje první generátor aktivního chlóru, který je svým vstupem propojený s prvním zásobníkem aktivního chlóru a stejným nebo dalším vstupem se zásobníkem kationtů H⁺, nebo obsahuje zásobník roztoku s obsahem aktivního chlóru.

- 20 Propojovací potrubí mezi výstupem ze zásobní nádrže a vstupem do koncentrátového prostoru prvního dialyzéru s výhodou obsahuje filtr pro separaci pevných částic, obtok tohoto filtru a příváděcí čerpadlo.

- 25 Propojovací potrubí mezi výstupem z první zásobníku aktivního chlóru a vstupem do diluátového prostoru prvního dialyzéru obsahuje s výhodou také - první filtr mechanických nečistot a/nebo filtr s aktivním uhlím,

- obtok tohoto prvního filtru a/nebo filtru s aktivním uhlím a

- první přívodní čerpadlo aktivního chlóru.

Rovněž je výhodné, když propojovací potrubí mezi výstupem z první akumulaciční nádrže a vstupem do koncentrátového prostoru prvního dialyzéru obsahuje

- 30 - druhý filtr mechanických nečistot a/nebo filtr s aktivním uhlím,

- obtok tohoto druhého filtru a/nebo filtru s aktivním uhlím a

- první přečerpávací čerpadlo.

V některých případech je výhodné, když deamonifikační zařízení dále obsahuje

- 35 - druhou akumulaciční nádrž, jejíž vstup je propojitelný s výstupem z první akumulaciční nádrže,

- druhý dialyzér, který je membránovým modulem obsahujícím soustavu kation selektivních membrán rozdělen na koncentrátový prostor a diluátový prostor, přičemž druhá akumulaciční nádrž je svým vstupem pro upravovanou odpadní vodu propojená s výstupem z koncentrátového prostoru druhého dialyzéru a svým výstupem upravované vody je propojitelná se vstupem do koncentrátového prostoru druhého dialyzéru,

- 40 - druhý zásobník aktivního chlóru, který je svým vstupem i výstupem propojený s diluátovým prostorem druhého dialyzéru.

Objasnění výkresů

- 45 Technické řešení je dále podrobněji vysvětleno pomocí příkladných provedení a výkresů, kde na obr. 1 je chlorační křivka, na obr. 2 je znázorněno technologické schéma zařízení dle zvlášť výhodného provedení technického řešení, na obr. 3 je příklad části membránového modulu.

Příklady uskutečnění technického řešení

Příkladné provedení deamonifikačního zařízení pro čištění odpadních vod s vysokou koncentrací amoniakálního dusíku podle tohoto technického řešení obsahuje neutralizační nádrž 1, do které je zaústěn jednak přívod vody k úpravě a jednak přívody z dávkovacích stanic, resp. ze zásobníku Z1 kyseliny (zdroj H⁺ iontů) a zásobníku Z2 zásady (např. hydroxidy, jako zdroj OH⁻ aniontů), přičemž zásobník Z1 kyseliny je s neutralizační nádrží 1 propojený přes první dávkovací čerpadlo P1 a zásobník Z2 zásady OH⁻ je propojený s neutralizační nádrží přes druhé dávkovací čerpadlo P2.

V neutralizační nádrží 1 je uspořádáno míchadlo M1 pro promíchávání jejího obsahu a senzor S1 pro měření pH kapaliny. S výhodou je neutralizační nádrž 1 opatřena zařízením H1 pro měření výšky hladiny, například ve formě plováku nebo senzoru.

Deamonifikační zařízení dále zahrnuje zásobní nádrž 3, jejíž vstup je propojený s výstupem neutralizační nádrže 1. S výhodou je zásobní nádrž 3 opatřena zařízením H2 pro měření výšky hladiny, například ve formě plováku nebo senzoru.

Deamonifikační zařízení zejména obsahuje první dialyzér D1, ve kterém je uspořádán membránový modul (např. s membránami Ralex CM-PP od Mega a. s., nebo NAFION od Fumatech apod.), který rozděluje jeho vnitřní prostor na koncentrátový prostor CC a diluátový prostor DC. Vstup do koncentrátového prostoru CC prvního dialyzéru D1 je propojený s výstupem ze zásobní nádrže 3, a to nejlépe přes filtr FS pro separaci pevných částic a přívadecí čerpadlo P6. S výhodou je potrubí propojující zásobní nádrž 3 s prvním dialyzérem D1 opatřeno obtokem filtru FS pro separaci pevných částic.

Filtr FS pro separaci pevných částic je s výhodou uzpůsoben pro separaci částic o velikosti nad 150 μm.

Rovněž je výhodné, když je deamonifikační zařízení, resp. prostor, v němž je uspořádáno, opatřeno bezpečnostním čidlem QCA plynného chlóru.

Deamonifikační zařízení je rovněž s výhodou opatřeno průtokoměry F1, např. ve vstupním, recirkulačním a výstupním potrubí, případně senzory P1 pro měření tlaku v potrubí a pro určení tlakové ztráty dialyzéru.

Na obr. 3 je schematicky naznačena činnost membrány v prvním dialyzéru D1. Jedná se o soustavu kation selektivních membrán CM, mezi které je do koncentrátového prostoru CC vháněna upravovaná kapalina, do diluátového prostoru DC roztok volného aktivního chlóru. Za tímto účelem je diluátový prostor DC propojený s prvním zásobníkem C1 volného aktivního chlóru, a to nejlépe přes první přívodní čerpadlo P4 a přes první filtr F1 mechanických nečistot.

První filtr F1 mechanických nečistot je s výhodou rovněž opatřen obtokem a rovněž s výhodou je uzpůsoben pro filtraci nečistot o velikosti nad 0,02 mm.

Vstup prvního zásobníku C1 aktivního chlóru je propojený s výstupem prvního generátoru G1 chlornanu/volného aktivního chlóru. Navíc je ve zvlášť výhodném provedení recirkulační výstup prvního zásobníku C1 aktivního chlóru propojený s recirkulačním vstupem prvního generátoru G1 chlornanu / aktivního chlóru, s výhodou přes recirkulační čerpadlo P5.

S výhodou je první zásobník C1 aktivního chlóru také opatřen zařízením H4 pro měření výšky hladiny, například ve formě plováku nebo senzoru.

Do prvního generátoru G1 aktivního chlóru je s výhodou zaústěný doplňkový zásobník Z3 kationtů H⁺, a to s výhodou přes třetí dávkovací čerpadlo P3.

Znárodné provedení deamonifikačního zařízení podle tohoto technického řešení dále obsahuje první akumulaciční nádrž A1, jejíž vstup je propojený s výstupem z koncentrátového prostoru CC prvního dialyzéru D1. Alespoň jeden výstup první akumulaciční nádrže A1 je propojený s odtokem O1 do kanalizace a ještě další výstup z první akumulaciční nádrže A1 je propojený se vstupem do

koncentrátového prostoru CC prvního difuzního dialyzéru D1, a to nejlépe přes druhý filtr F2 mechanických nečistot a přes první přečerpávací čerpadlo P7.

S výhodou je akumulární nádrž A1 opatřena zařízením H3 pro měření výšky hladiny v akumulární nádrži A1, například ve formě plováku nebo senzoru.

- 5 Druhý filtr F2 mechanických nečistot je s výhodou rovněž opatřen obtokem a rovněž s výhodou je uzpůsoben pro filtraci nečistot o velikosti nad 0,02 mm.

10 Uspořádání výše zmíněných čerpadel P1 až P7 tak, jak jsou znázorněny, není pro činnost deamonifikačního zařízení nutné, protože v řadě případů může být přečerpávání zajištěno jinými prostředky, například samospádem. Nicméně je použití těchto čerpadel P1 až P7, případně jejich znázornění rozmístění výhodné.

Z hlediska údržby je výhodné, když je každá z nádrží 1, 3, A1, C1, nebo alespoň většina z nich, přímo propojena s odtokem O1 do kanalizace.

- 15 V alespoň některých propojovacích potrubích, případně na vstupech či výstupech jednotlivých komponent jsou s výhodou instalovány ventily pro otevírání či uzavírání příslušného propojení. S výhodou jsou tyto ventily a rovněž čerpadla P1 až P7 a případné senzory propojeny s neznázorněnou řídicí jednotkou pro řízení jejich činnosti.

Odpadní vody s vysokou koncentrací amoniaku jsou vedeny do neutralizační nádrže 1, ve které je prováděna úprava pH vod pomocí přidavku kyselin a bází, a to ze zásobníků Z1, Z2 pomocí prvního a druhého dávkovacího čerpadla P1, P2 na základě údajů ze senzoru S1 pro měření pH.

- 20 Z neutralizační nádrže 1 je upravovaná kapalina vedena do zásobní nádrže 3 pro akumulaci předupravené vody a pak dále přes filtr FS pro separaci pevných částic přiváděcím čerpadlem P6 do prvního dialyzéru D1, a to na jeho koncentrátovou stranu. V prvním dialyzéru D1 prochází kationty (Na⁺, K⁺, NH₄⁺ atd.) skrze iontově selektivní membrány za účelem separace NH₄⁺ z proudu čištěné odpadní vody. Po průchodu prvním dialyzérem D1 je tok zaústěn do první akumulární nádrže A1, která zajišťuje dostatečnou střední dobu zdržení upravované kapaliny v systému a nutný počet průchodů přes první dialyzér pro dosažení potřebné úrovně separace NH₄⁺ iontů. Z první akumulární nádrže A1 je upravovaná kapalina prvním přečerpávacím čerpadlem P7 čerpána zpět do prvního dialyzéru D1 tak, aby byla zajištěna dostatečná rychlost toku (>2 cm/s) a míchání v mezimembránovém prostoru membránového modulu.

- 30 V opačném směru, křížovým tokem, je do diluátového prostoru DC prvního dialyzéru D1 čerpán roztok, ve kterém je mimo první difuzní dialyzér D1 elektrochemicky generován volný aktivní chlór (alternativně jsou dávkovány roztoky s obsahem aktivního chloru), který oxiduje amoniakální dusík. Po průchodu diluátovým prostorem DC je zaveden zpět do prvního zásobníku C1 aktivního chloru/vymírací nádrže a následně je tento roztok použit znovu.

- 35 Případně lze na výtlaku prvního recirkulačního čerpadla P5 před znovuvyužitím použít filtry s náplní aktivního uhlí pro ochranu a prodloužení životnosti iontovýměnných membrán prvního dialyzéru D1.

- 40 Z první akumulární nádrže A1 je pak odváděna již vyčištěná voda. Proces je možné používat jako jednostupňový, nebo vícestupňový (obr. 2 je pro jednostupňové uspořádání) v závislosti na požadované účinnosti odstranění amoniakálního dusíku. V případě vícestupňového uspořádání se sériově zařadí druhá akumulární nádrž a stejným způsobem čištěná voda cirkuluje přes druhý dialyzér společně s roztokem volného aktivního chloru.

- 45 Výhodou tohoto uspořádání oproti ostatním chloračním metodám je, že takto lze zpracovávat odpadní vody s obsahem organických látek a je významně eliminována tvorba látek souhrnně označovaných jako AOX (adsorbovatelné organické halogeny). Proces je modulárně nastavitelný pro zvýšení i snížení účinnosti podle aktuálních požadavků, zařízení je kompaktní, proces nezpůsobuje sekundární znečištění vod přidávkem solí, lze ho používat v režimu on-off, lze jím čistit i vody, které jsou biologicky nečistitelné, nevyžaduje přítomnost organických látek pro odstranění dusíku, nedochází k emisím amoniaku do atmosféry. Deamonifikační zařízení lze díky jeho kompaktnosti s výhodou uspořádat v kontejneru.

Nevýhodou deamonifikačního zařízení může být generování potenciálně výbušných a toxických plynů - především vodíku a v případě nevhodného vedení procesu také chloru (který by za standardních podmínek do ovzduší unikat neměl). Proto je vodík řízeně ředěn vzduchem pomocí ventilátoru M13 tak, aby nemohla vzniknout výbušná směs. Proces není vhodný pro koncentrace amoniakálního dusíku pod 10 mg/l. Vysokou koncentrací amoniakálního dusíku se rozumí koncentrace nad 100 mg/l.

Pojmem volný aktivní chlor se rozumí molekulární chlor, chlornany a oxid chloričitý.

Odborníkovi z dané oblasti bude zřejmé, že v závislosti na předpokládaném typu přiváděné vody k úpravě a / nebo na požadavcích na čistotu vypouštěné upravené vody lze v některých případech některé části znázorněného deamonifikačního zařízení vynechat, a to například jednu nebo více částí z následující skupiny: neutralizační nádrž 1, zásobník Z1 kyseliny a zásobník Z2 zásady pro úpravu pH odpadní vody, zásobní nádrž 3, první akumulací nádrž A1, filtr FS pro separaci pevných částic apod.

Ačkoli bylo popsáno zvláště výhodné příkladné provedení i řada jeho možných úprav a změn, je zřejmé, že odborník z dané oblasti snadno nalezne další možné alternativy k těmto provedením. Proto rozsah ochrany není omezen na tato příkladná provedení, ale spíše je dán definicí příložených Nároků na ochranu.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Deamonifikační zařízení pro čištění odpadních vod s vysokou koncentrací amoniakálního dusíku, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje:

- první dialyzér (D1), jehož vnitřní prostor je membránovým modulem obsahujícím soustavu kation selektivních membrán rozdělen na koncentrátový prostor (CC) a diluátový prostor (DC); a
- první zásobník (C1) aktivního chlóru, který je svým výstupem propojený s diluátovým prostorem (DC) prvního dialyzéru (D1).

2. Deamonifikační zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dále obsahuje

- neutralizační nádrž (1), do které je zaústitelný přívod odpadní vody a přívod ze zásobníku (Z1) kyseliny a přívod ze zásobníku (Z2) zásady pro úpravu pH odpadní vody, a jejíž výstup upravované odpadní vody je přímo nebo nepřímo propojitelný s koncentrátovým prostorem prvního dialyzéru (D1).

3. Deamonifikační zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dále obsahuje

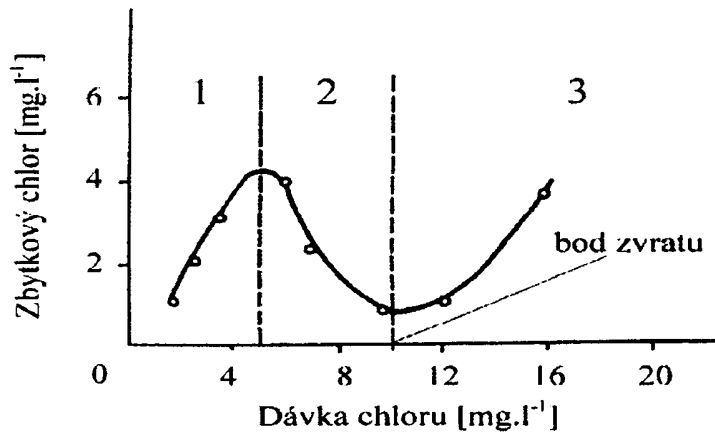
- zásobní nádrž (3), přičemž její vstup je přímo nebo nepřímo propojitelný s přívodem odpadní vody a výstup upravované odpadní vody ze zásobní nádrže (3) je propojitelný s koncentrátovým prostorem prvního dialyzéru (D1).

4. Deamonifikační zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dále obsahuje první akumulací nádrž (A1), která je svým vstupem pro upravovanou odpadní vodu propojená s výstupem z koncentrátového prostoru (CC) prvního dialyzéru (D1) a svým výstupem upravované vody je propojitelná se vstupem do koncentrátového prostoru (CC) prvního dialyzéru (D1).

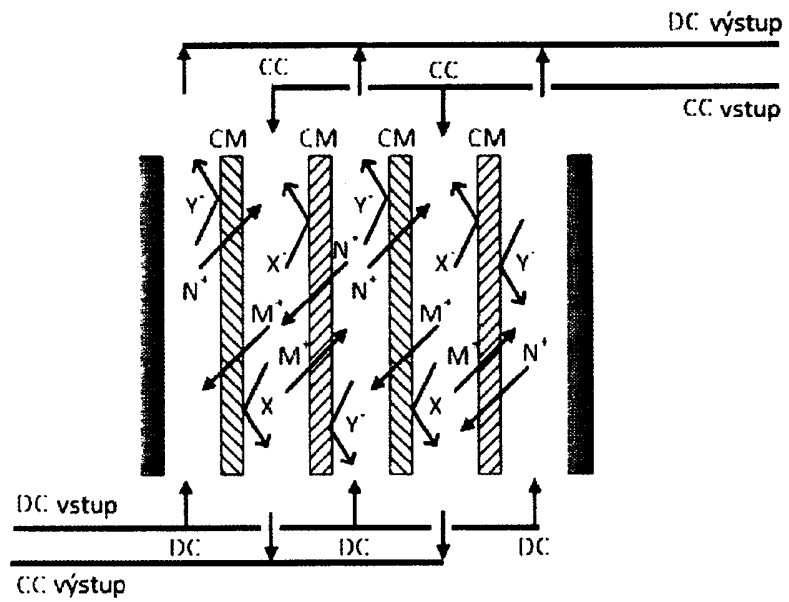
5. Deamonifikační zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že první zásobník (C1) aktivního chlóru je svým vstupem propojený s diluátovým prostorem (DC) prvního dialyzéru (D1) a/nebo deamonifikační zařízení dále obsahuje první generátor (G1) aktivního chlóru, jehož výstup je propojený s prvním zásobníkem (C1) aktivního chlóru.

6. Deamonifikační zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že obsahuje první generátor (G1) aktivního chlóru, který je svým vstupem propojený s prvním zásobníkem (C1) aktivního chlóru a dalším vstupem se zásobníkem (Z3) kationtů H⁺, nebo obsahuje zásobník roztoku s obsahem aktivního chlóru, který je svým výstupem propojený s prvním zásobníkem (C1) aktivního chlóru
7. Deamonifikační zařízení podle kteréhokoli z nároků 2 až 6, **vyznačující se tím**, že propojovací potrubí mezi výstupem ze zásobní nádrže (3) a vstupem do koncentrátového prostoru (CC) prvního dialyzéru (D1) obsahuje filtr (FS) pro separaci pevných částic, obtok tohoto filtru (FS) a příváděcí čerpadlo (P6).
8. Deamonifikační zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že propojovací potrubí mezi výstupem z první zásobníku (C1) aktivního chlóru a vstupem do diluátového prostoru (DC) prvního dialyzéru (D1) obsahuje
- první filtr (F1) mechanických nečistot a/nebo filtr s aktivním uhlím,
 - obtok tohoto prvního filtru (F1) a/nebo filtru s aktivním uhlím a
 - první přívodní čerpadlo (P4) aktivního chlóru.
9. Deamonifikační zařízení podle kteréhokoli z nároků 3 až 8, **vyznačující se tím**, že propojovací potrubí mezi výstupem z první akumulární nádrže (A1) a vstupem do koncentrátového prostoru (CC) prvního dialyzéru (D1) obsahuje:
- druhý filtr (F2) mechanických nečistot a/nebo filtr s aktivním uhlím;
 - obtok tohoto druhého filtru (F2) a/nebo filtru s aktivním uhlím; a
 - první přečerpávací čerpadlo (P7).
10. Deamonifikační zařízení podle kteréhokoli z nároků 4 až 9, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje:
- druhou akumulární nádrž, jejíž vstup je propojitelný s výstupem z první akumulární nádrže (A1);
 - druhý dialyzér, který je membránovým modulem obsahujícím soustavu kation selektivních membrán rozdělen na koncentrátový prostor a diluátový prostor, přičemž druhá akumulární nádrž je svým vstupem pro upravovanou odpadní vodu propojená s výstupem z koncentrátového prostoru druhého dialyzéru a svým výstupem upravované vody je propojitelná se vstupem do koncentrátového prostoru druhého dialyzéru; a
 - druhý zásobník aktivního chlóru, který je svým vstupem i výstupem propojený s diluátovým prostorem druhého dialyzéru.

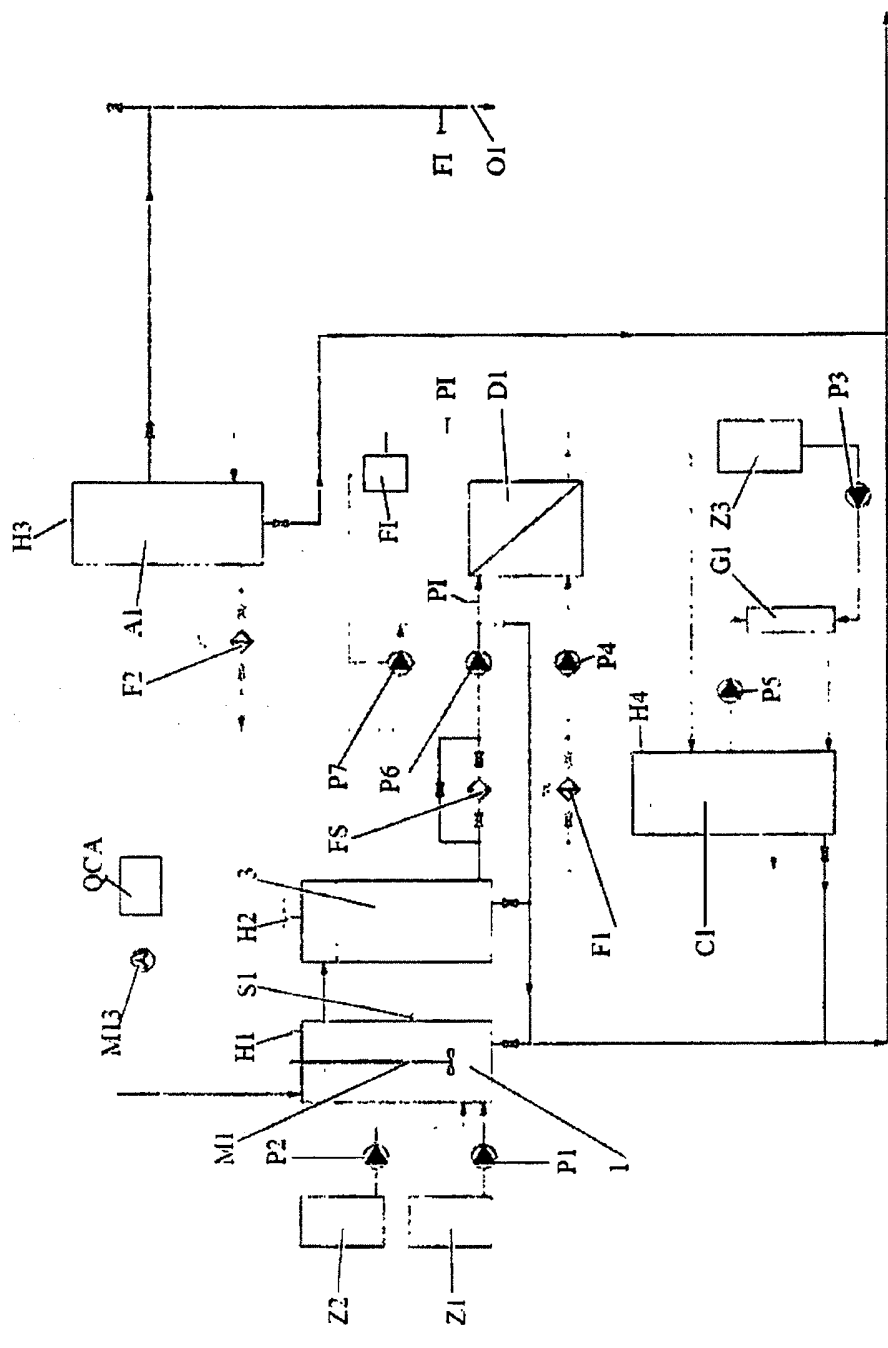
2 výkresy



Obr. 1



Obr. 3



Obr. 2

Konec dokumentu