

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

37 799

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C02F 1/68 (2023.01)

C02F 1/463 (2023.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2024-41831**
(22) Přihlášeno: **13.03.2024**
(47) Zapsáno: **26.03.2024**

(73) Majitel:
Botanický ústav Akademie věd ČR, v.v.i.,
Průhonice, CZ

(72) Původce:
prof. Ing. Blahoslav Maršálek, CSc., Brno, CZ
RNDr. Štěpán Zezulka, Ph.D., Nelepeč-Žernůvka,
CZ
Ing. Eliška Maršálková, Ph.D., Brno, Chrlice, CZ

(74) Zástupce:
PatentEnter s.r.o., Koliště 1965/13a, 602 00 Brno,
Černá Pole

(54) Název užitého vzoru:
**Zařízení pro odstranění cílených
kontaminant z vody**

CZ 37799 U1

Zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká zařízení pro zlepšení kvality vody, zejména na odtoku z čistírny odpadní vody, ale také pro povrchové tekoucí vtékající do zájmových území, kde je požadována vyšší kvalita vody apod.

10

Dosavadní stav techniky

Seznam použité nepatentové literatury je připojen k tomuto popisu, tudíž v tomto oddíle jsou pro lepší přehlednost uvedeny pouze odkazy na jména autorů a rok publikace.

15

Znečištění povrchových vod fosforem je reálný problém nejen Evropy, ale také Afriky, Asie a celé Ameriky. Důsledkem toho jsou například masové rozvoje sinic, které produkují širokou škálu toxinů a omezují tak rekreační, rybochovné, technologické a vodárenské využití nádrží.

20

Standardně se k odstranění znečištění, jako například fosforu a mikročástic, z vody používá koagulantů a flokulantů, a to obvykle u zdroje znečištění vody, v případě fosforu typicky na odtoku z čistíren odpadních vod. Nejčastějším způsobem odstranění fosforu z vod je jeho chemické srážení solemi železa nebo hliníku, přičemž tyto soli je nutné na lokalitu dopravit a skladovat v zásobnících. Jde tedy o robustní systém, který sice pracuje spolehlivě ve spoustě lokalitách po celém světě, avšak má podstatné nevýhody, které například spočívají v tom, že je nutné koncentrované chemické látky, které podléhají předpisům o bezpečném skladování a přepravě, přepravovat a skladovat. Ještě podstatnější nevýhodou výše popsaného způsobu čištění vod je však fakt, že se do vodních ekosystémů vnáší nezanedbatelné množství síranů a chloridů, které mohou při pravidelném užívání působit ve vodních ekosystémech negativně. Vzhledem k tomu, že např. na odtocích z čistíren odpadních vod bývá odtok vody kontinuální, je potřeba odtékající vodu ošetřovat kontinuálně neustálým vnášením síranů či chloridů, protože tento argument je nejčastější důvod, proč vody nejsou ošetřovány vůbec, což je stav nežádoucí, viz publikovaný článek [1] autorů Plaas a Paerl - 2021.

35

Alternativou ke srážení fosforu a částic chemickými přípravky ze zásobníků je výroba koagulantů přímo v místě, kde probíhá čištění vody, k čemuž slouží elektrokoagulační zařízení, které využívá tzv. obětované elektrody, většinou ve formě plochých elektrod tvořených několikamilimetrovými pláty hliníku, železa, ale také například uhlíku, zinku, nebo mědi, podle cíle využití produkovaných iontů, viz publikovaný článek [2] autorů AlJaberi, Ahmed a kol. - 2023; dále publikovaný článek [3] autorů Bhoi, Singh a kol. - 2023; a publikovaný článek [4] autorů Zhou, Cao a kol. - 2023.

40

Recentně se objevují další vylepšení původních systémů elektrokoagulace, které kombinují elektrokoagulaci s magnetismem pro odstranění vloček oxidů železa, viz publikovaný článek [5] autorů Zhu, Hong a kol. - 2021; nebo s biofilmy pro odstranění fosforu, viz publikovaný článek [6] autorů Zeng, Ji et al. - 2021.

45

Pokud jde o srovnání provozních a ekonomických parametrů metod pro separaci fosforu a mikročástic s dalšími technologiemi, především s chemickým srážením solemi železa a hliníku, je elektrokoagulace hodnocena jako plně srovnatelný systém s menší produkcí kalů, viz publikovaný článek [7] autorů Akhter, Soomro a kol. - 2021; a publikovaný článek [8] autorů Al-Raad a Hanafiah - 2021.

50

Pokud jde o srovnání použití elektrod z hliníku, nebo železa, vychází ekonomicky lépe elektrody hliníkové, protože nejsou tak závislé na pH, a proto jsou účinnější, viz publikovaný

55

článek [9] autorů Kobya, Omwene a kol. - 2021, a publikovaný článek [10] autorů Potrich, Duarte a kol. - 2022.

5 Patentová přihláška EP 3293152 A1 popisuje řešení obětované hliníkové anody, která je porézní a do čištěné vody jsou přidávány mikro mleté oxidy železa a hliníku, přičemž je čištěná voda tlakově čerpána přes póry anody.

10 Publikovaný článek [11] autorů Kim, Park a kol., popisuje porézní elektrody s cílem zvětšit kontaktní povrch. Nevýhodou tohoto řešení je, že se póry v praxi zanášejí i čistou vodou bez partikulí, například na odtoku z čistírny odpadních vod a pro povrchové vody je prakticky nepoužitelná.

15 Tato i další metody založené na obětované elektrodě mají podstatné provozní nevýhody. Jednou z hlavních nevýhod je postupné rozpouštění „obětované“ elektrody – anody v průběhu procesu čištění vody a nutnost její pravidelné výměny. Na katodě se může vytvořit nepropustný film oxidu kovu, což vede ke ztrátě účinnosti elektrokoagulační jednotky. Tento problém se řeší buď manuálním nebo elektronickým pulsačním přepólováním katody na anodu, viz publikovaný článek [12] autorů Damaraju, Gupta a kol. - 2021, nebo tím, že se zanesené a oxidované elektrody mění jako cartridge, viz publikovaný článek [13] autora Ellers - 2017, které se po výměně mohou recyklovat po mechanickém očištění nánosů a oxidačních vrstev s následným oplachem v roztoku kyselin. Výměna celých setů elektrod formou cartridge ale proces prodražuje, protože elektrody nejsou spotřebovány, vzniká tedy odpad a proces zvyšuje nároky na obsluhu.

25 Hlavním problémem stavu techniky je, že zejména při ošetřování znečištěné vody v přirozených vodních tocích, například v potoku, říčce, řece, případně na uměle vytvořeném vodním kanálu, není zajištěno důkladné ošetření v celém objemu protékající vody a účinnost bývá nízká, značná poměrná část protékající vody zůstává nezbavená nečistot, například fosforu či jiných mikročástic působících ekologické problémy. Běžně zůstává zcela neošetřeno účinnou látkou 60 až 80 % protékajícího objemu vody v čištěném vodním toku, a zbývajících 40 až 20 % objemu vody bývá naopak předávkováno těmito látkami se všemi důsledky nefunkčnosti a neúčinnosti systému, včetně negativních jevů předávkování. Bez řádného promíchání účinné látky v celém objemu ošetřované vody není dosaženo dostatečného čistícího účinku, což současná technická provedení dostatečně neřeší.

35

Seznam citací

40 [1] Plaas, H. E. and H. W. Paerl (2021). "Toxic Cyanobacteria: A Growing Threat to Water and Air Quality." Environmental Science & Technology **55**(1): 44-64.

45 [2] AlJaberi, F. Y., S. A. Ahmed, H. F. Makki, A. S. Naje, H. M. Zwain, A. D. Salman, T. Juzsakova, S. Viktor, B. Van, P.-C. Le, D. D. La, S. W. Chang, M.-J. Um, H. H. Ngo and D. D. Nguyen (2023). "Recent advances and applicable flexibility potential of electrochemical processes for wastewater treatment." The Science of the total environment **867**: 161361-161361.

50 [3] Bhoi, G. P., K. S. Singh and D. A. Connor (2023). "Optimization of Phosphorus Recovery using Electrochemical Struvite Precipitation and Comparison with Iron Electrocoagulation System." Water environment research : a research publication of the Water Environment Federation: e10847-e10847.

55 [4] Zhou, M., J. Cao, Y. Qiu, Y. Lu, J. Guo, C. Li, Y. Wang, L. Hao and H. Ren (2023). "Performance and mechanism of sacrificed iron anode coupled with constructed wetlands (E-Fe) for simultaneous nitrogen and phosphorus removal." Environmental Science and Pollution Research.

- 5 [5] Zhu, D. D., X. T. Hong and K. S. Hui (2021). "Magnetically attracted iron scrap anode based electrocoagulation for phosphate removal." Water Science and Technology **84**(1): 216-224.
- [6] Zeng, J., M. Ji, Y. X. Zhao, Pedersen, T. Helmer and H. Wang (2021). "Optimization of electrocoagulation process parameters for enhancing phosphate removal in a biofilm-electrocoagulation system." Water Science and Technology **83**(10): 2560-2574.
- 10 [7] Akhter, F., S. A. Soomro, M. Siddique and M. Ahmed (2021). "Pollutant Removal Efficiency of Electrocoagulation Method from Industrial Wastewater: Comparison with Other Treatment Methods and Key Operational Parameters-a Comparative Study Review." Water Air and Soil Pollution **232**(3): 13.
- 15 [8] Al-Raad, A. A. and M. M. Hanafiah (2021). "Removal of inorganic pollutants using electrocoagulation technology: A review of emerging applications and mechanisms." Journal of Environmental Management **300**: 16.
- 20 [9] Kobya, M., P. I. Omwene, S. M. Sarabi, S. Yildirim and Z. Ukundimana (2021). "Phosphorous removal from anaerobically digested municipal sludge centrate by an electrocoagulation reactor using metal (Al, Fe and Al-Fe) scrap anodes." Process Safety and Environmental Protection **152**: 188-200.
- 25 [10] Potrich, M. C., E. d. S. A. Duarte, M. d. S. Sikora and R. D. Costa da Rocha (2022). "Electrocoagulation for nutrients removal in the slaughterhouse wastewater: comparison between iron and aluminum electrodes treatment." Environmental Technology **43**(5): 751-765.
- 30 [11] Kim, K. S., J. O. Park, T. H. Jun, K. G. Su, J. O. Parj and J. T. Hwan Removing phosphorus from sewage wastewater involves passing wastewater through electrocoagulation tank having electrode assembly having anode and cathode with porous membrane between them and introducing treated water into mixing tank, Kim K S; Park J O; Jun T H; H Environmental Technology, Co Ltd; Korea Constr Technology Inst.
- 35 [12] Damaraju, M., V. K. Gupta, D. Bhattacharyya, T. K. Panda and K. K. Kurilla (2021). "Improving the performance of a continuous bipolar-mode electrocoagulation (CBME) system, treating a marigold flower processing wastewater, through process modifications." Separation Science and Technology **56**(3): 604-616.
- 40 [13] Ellers, J. F. (2017). Water treatment unit has metal strips which extend through water being treated between replaceable electrocoagulation cartridge and wall of electrocoagulation chamber to electrically connect one of electrocoagulation plates, Hydrus Technology Pty Ltd.

45 Podstata technického řešení

Nedostatky uvedené ve stavu techniky řeší zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody, zejména pro odstranění v ní obsaženého fosforu a/nebo jiných mikročástic, farmak, pesticidů apod., kde toto zařízení zahrnuje:

- 50
- alespoň jeden energetický zdroj a/nebo přípoj na alespoň jeden energetický zdroj;
 - přívod pomocné vody do úseku mísení;

- 5 - alespoň jeden zdroj účinné látky s úsekem mísení účinné látky s pomocnou vodou, například elektrokoagulační jednotku, která je zdrojem produkované účinné látky, kde úsekem mísení je elektrokoagulační nádrž této elektrokoagulační jednotky, a/nebo zásobník účinné látky napojený na samostatný úsek mísení zařazený za tímto zásobníkem účinné látky;
- 10 - řídicí jednotku s regulátorem pro regulaci nasávaného množství pomocné vody a produkce a/nebo dávkování požadované koncentrace konkrétní účinné látky do pomocné vody, a dále pro dávkování vzniklé směsi pomocné vody a účinné látky do hlavního proudu ošetřované vody, zejména proudící za výstupem z tohoto zařízení, tzn. vody, která má být vyčištěna;
- 15 - dávkovací čerpadlo pro toto dávkování, zařazené na výstupu z úseku mísení; a
- 15 - výstup směsi pomocné vody a účinné látky z tohoto zařízení pro zavedení vzniklé směsi účinné látky v pomocné vodě do hlavního proudu ošetřované vody,

20 kde podstata technického řešení spočívá v tom, že výstup uvedené směsi ze zařízení je opatřen alespoň jedním distribučním rozmíchávacím modulem pro zajištění celobjemové homogenizace, distribuce a promíchání účinné látky v celém objemu hlavního proudu ošetřované vody.

Pokud je zdrojem účinné látky elektrokoagulační jednotka, výstup z elektrokoagulační jednotky je současně výstupem z úseku mísení.

25 I když je možné pro produkování směsi pomocné vody a účinné látky elektrokoagulací přivádět do elektrokoagulační jednotky pomocnou vodu i z jiného vodního zdroje než z hlavního proudu ošetřované vody, a pak teprve tuto produkovanou směs pomocné vody a účinné látky aplikovat do hlavního proudu ošetřované vody, například pro ošetření vody v proudu řeky, je toto provedení nepraktické a méně výhodné. Proto je přívod vody výhodně řešen tak, že se rovnou jako pomocná
30 voda nasává část vody z hlavního proudu ošetřované vody do elektrokoagulační jednotky – tato část je pak označena jako pomocná voda, přičemž je již tato nasátá část ošetřované vody výhodně zbavována cílených kontaminant přímo při elektrokoagulaci v elektrokoagulační jednotce. Zbývající část ošetřované vody je pak zbavena cílených kontaminant zavedením produkované směsi pomocné vody a účinné látky po elektrokoagulaci do jejího hlavního proudu. Aby byla tato
35 aplikace účinná v celém objemu hlavního proudu ošetřované vody, použije se k tomu distribuční rozmíchávací modul pro zajištění distribuce a promíchání účinné látky v hlavním proudu ošetřované vody.

40 Ošetřovaná voda může být cílených kontaminant zbavena jejich úplným odstraněním nebo jejich přeměnou na jiné neškodné nebo méně závadné látky. Toho je dosaženo vytvořením účinné látky, zejména elektrokoagulací, a působením účinné látky na cílenou kontaminantu. Účinnou látkou může být přivezená chemická sloučenina, srážecí činidlo nebo na místě vyrobený koagulant nebo flokulant konkrétně vybraný pro specifickou cílenou přeměnu konkrétní odstraňované kontaminanty z vody. Například pro odstranění fosforu/iontů fosforu či jejich sloučenin jsou
45 vhodnými účinnými látkami hlinité a železité soli, jejichž srážecí reakcí s kontaminovanou vodou vznikají v případě chemických flokulantů hlinité a železité chloridy nebo sírany, které je vhodné z vody rovněž odstranit, například sedimentací, nebo mohou být účinnými látkami ionty železa a hliníku produkované elektrodami při elektrokoagulaci jejichž reakcí s kontaminovanou vodou vznikají hydroxy-oxidy železa nebo hliníku, které mohou v přirozených vodních tocích zůstat
50 a není potřeba je odstraňovat.

Distribuční rozmíchávací modul pro zajištění rovnoměrné distribuce a promíchání účinné látky v hlavním proudu ošetřované vody v dosavadních technických zařízeních není prakticky vůbec řešen, přičemž praxe ukazuje, že správně konstruovaný distribuční rozmíchávací modul na odtoku
55 zajistí řádné promíchání a homogenizaci účinné látky při použití na vodních tocích v přírodních

podmínkách, zejména na přirozených vodních tocích, jako jsou potoky a řeky, případně však i na uměle vytvořených vodních kanálech, uměle vytvořených vodních prvcích s proudící vodou, jako jsou například kašny s vodotryskem, bazény, na výstupech či vstupech vody z/do vodních ploch či například na výstupech z čistíren odpadních vod před vypuštěním vody do přirozeného vodního toku apod. Důkladné promíchání a homogenizace distribučním rozmíchávacím modulem pro zajištění distribuce a promíchání účinné látky v hlavním proudu ošetřované vody zvyšuje a tím značně podporuje homogenní distribuci účinné látky ve srovnání s prostými odtokovými otvory, čímž zvyšuje efektivitu odstranění znečištění z vody na 80 až 98 %. Další výhodou je, že se do ošetřovaného vodního toku nedávkuje koncentrát účinné látky ale jeho naředěná forma, takže nedochází k lokálnímu předávkování.

Distribuční rozmíchávací modul s výhodou zahrnuje na výstup z úseku mísení, například z nádrže elektrokoagulační jednotky svým vstupem napojené rozvodné distribuční těleso s alespoň jedním odtokovým otvorem nebo vyústěním pro přivedení směsi pomocné vody a účinné látky do místa vpuštění této směsi do hlavního proudu ošetřované vody, a dále na zmíněném odtokovém otvoru nebo vyústění nebo za ním alespoň jeden rozmíchávací prostředek pro rozmíchání směsi pomocné vody a účinné látky v hlavním proudu ošetřované vody. Sací potrubí pro čerpání směsi pomocné vody a účinné látky z elektrokoagulační nádrže nebo ze zásobníku účinné látky může být součástí výstupu z úseku mísení nebo může být součástí rozvodného distribučního tělesa či součástí obojího.

Rozvodným distribučním tělesem může být sice v případě malého množství ošetřované vody prostá trubka s jedním odtokovým otvorem/vyústěním a na něj navazujícím rozmíchávacím prostředkem, ale pro častější a běžné využití se předpokládá použití distribučního rozvodného tělesa s vícero odtokovými otvory/vyústěními, například v podobě potrubí s otvory variantě různě upravenými pro směřování, řízení rychlosti proudu, vstřík či jiného způsobu vpravení a promíchání směsi do ošetřované vody, nebo může jít například o větvené potrubí s vyústěními na vícero větvích. Takové distribuční rozmíchávací těleso se instaluje kolmo k hlavnímu proudu ošetřované vody, např. kolmo na proud ošetřované řeky, čímž je myšleno, že se rozloží napříč přes řeku směrem od jednoho břehu k protějšímu břehu. Distribuční rozmíchávací modul má nejlépe jeho odtokové otvory či vyústění, a tedy i na nich instalované rozmíchávací prostředky rovnoměrně roz distribuovány kolmo na proud ošetřovaného vodního toku, tzn. nejlépe když se rozkládá na 80 až 100 % šířky vodního toku a směs účinné látky a pomocné vody z něj do ošetřovaného vodního toku proudí vícero výstupy v pravidelných odstupech rozmístěnými například po 20 cm nebo 30 cm od sebe. Distribuční rozmíchávací modul může být proveden v různých alternativních nebo vzájemně se doplňujících variantách, například může zahrnovat některý rozmíchávací prostředek z následujícího výčtu rozmíchávacích prostředků nebo jejich kombinaci:

a) vířivá tryska;

b) vířivá protiproudí tryska;

c) venturiho trubice pro přísávání směsi pomocné vody a účinné látky z elektrokoagulační jednotky do proudu přiváděné části vody z hlavního proudu ošetřované vody, a pro smíšení těchto dvou proudů, zakončená vířivou tryskou nebo pasivní směšovací odtokovou tryskou;

d) pasivní směšovací odtoková tryska pro přísávání směsi pomocné vody a účinné látky do proudu přiváděné části vody z hlavního proudu ošetřované vody, a pro smíšení těchto dvou proudů, kde taková tryska může být také jinak nazývána statickým směšovačem typu trubka v trubce s jedním centrálním přívodem pro nasátí směsi pomocné vody a účinné látky z elektrokoagulační jednotky, a druhým, mezikružím odděleným obvodovým přívodem pro přivedení části vody z hlavního proudu ošetřované vody, a se společným výstupem pro smíšené tyto dva proudy;

e) hydrodynamický směšovač;

- f) míchací terče neboli míchací zábrany, které jsou při aplikaci zařazené do hlavního proudu ošetřované vody v odstupu za zmíněnými odtokovými otvory/vyústěními distribučního rozvodného tělesa nebo za kterýmkoliv z rozmíchávacích prostředků dle bodu a) až e).

Pasivní směšovací odtoková tryska, viz. obr. 10, je rozmíchávací prostředek, do kterého jednak z rozvodu vtéká její centrální částí směs pomocné vody a účinné látky, a současně tato tryska částečně nasává svou obvodovou vstupní částí další vodu z hlavního proudu ošetřované vody, kde tyto proudy jsou smíšeny v trysce do jednoho proudu a díky hydrodynamickému tvaru této trysky dochází k intenzivnímu promíchání kapalin za vzniku naředěné směsi, která proudem vstříkována na do hlavního proudu ošetřované vody, kde dochází k dalšímu promíchání.

Například konkrétně může být distribuční rozmíchávací modul proveden jako systém sacího potrubí, které nasává z elektrokoagulační jednotky směs pomocné vody obohacené o účinnou látku, napojený svým vstupním koncem na výstup z elektrokoagulační jednotky, kde toto sací potrubí je součástí výstupu z elektrokoagulační jednotky nebo součástí rozvodného distribučního tělesa nebo obou těchto částí. Rozvodné distribuční těleso má pak vzájemně rozestoupená vyústění pro jejich rozložení kolmo k hlavnímu proudu ošetřované vody, např. napříč říčním tokem, kde tato vyústění jsou dále opatřena rozmíchávacími prostředky, které účinnou látku vpraví do vodního sloupce hlavního proudu ošetřované vody. Rozmíchávacím tělesem jsou zde například vířivé trysky instalované na každém vyústění z rozvodného distribučního tělesa, což je vhodné například v případě pomalého toku, nebo tam, kde je potřeba promíchat účinnou látku do vícenásobného objemu hlavního proudu ošetřované vody.

Nebo může distribuční rozmíchávací modul obsahovat na rozvodné distribuční těleso v každém jeho odtokovém otvoru připojený systém statického směšovače typu trubka v trubce, tzn. pasivní směšovací odtokovou trysku pro míchání dvou kapalin, zde pro míchání vody, tzv. části hlavního proudu ošetřované vody přiváděné prvním vstupem pasivní směšovací odtokové trysky do vnější obvodové trubky vně mezikruží, s chemikálií, kterou zde představuje směs pomocné vody s účinnou látkou přiváděnou rozvodem z elektrokoagulační jednotky a vhněnou druhým vstupem pasivní směšovací odtokové trysky například její do centrální části, a tyto dva proudy jsou ve statickém směšovači smíšeny do jednoho společného proudu, kde tímto směrováním kapalin ve formě mezikruží dojde k rovnoměrnému promíchání. Jinými slovy, jedna kapalina je přiváděna vnějším mezikružím a druhá vnitřkem kolem osy, přičemž dochází k dokonalému promíchání čistě výtokem kapalin z takto rozdíluovaných proudů a k dalšímu promíchání v hlavním proudu ošetřované vody. Alternativou pasivní směšovací odtokové trysky je použití venturiho trubice pro přímíchávání směsi pomocné vody a účinné látky do částečně nasávaného proudu vody z hlavního proudu ošetřované vody a dále v kombinaci s vířivou tryskou pro tryskání této dále naředěné směsi do hlavního proudu ošetřované vody. Je však také možné použít venturiho trubici v kombinaci s pasivní směšovací odtokovou tryskou.

Míchací terče neboli míchací zábrany, rovněž s výhodou podporují rozmíchání uvedené směsi v hlavním ošetřovaném proudu vody. Míchací terče mohou například mít šířku 20 cm, a být připevněny do dna vodního toku. Například, pro zvýšení hydrodynamického proudění, mohou být rozmístěny v hlavním ošetřovaném proudu vody v násobném šachovnicovém uspořádání, viz obr. 8, nebo mohou být případně připevněny v odstupu za výstupními otvory uvedené směsi do hlavního proudu ošetřované vody tak, že jsou upevněny na držácích vystupujících z rozvodného distribučního tělesa, které obsahuje výstupní otvory nebo jinak připevněny k nějakému pevnému bodu například na speciálním držáku vystupujícího z tohoto zařízení apod. Míchací terče jsou vhodné zejména pro mělké vodní toky cca 50 až 70 cm a jsou navrženy s ohledem na rychlost hlavního proudu ošetřované vody v daném vodním toku. Míchací terč může být například proveden jako pevná zábrana podporující důkladné rozmíchání směsi s účinnou látkou či ve formě sítě, děrovaného plechu, na kterém rovněž dochází podpoře rozmíchání směsi účinné látky do více

směrů.

5 V případě vodního toku, který je alespoň 50 cm hluboký je distribuční rozmíchávací modul nebo jeho část, například rozvodné distribuční těleso, s výhodou umístěn na plováku, viz. obr. 9, či plovákovém systému z více plováků, nejlépe tak, aby byla účinná látka aplikovaná vždy do středu vodního sloupce a plovák/plovákový systém kopíroval výši vodní hladiny, tzn. tak, aby distribuční a rozmíchávací modul pomocí plováků sledoval hladinu vody a účinná látka byla aplikována do vodního sloupce ideálně.

10 Čerpadla jsou s výhodou provozována s napětím 12 V, a to také z bezpečnostních důvodů při čerpání vody.

15 Preferovanou variantou je zařízení, které využívá elektrokoagulační jednotku jako zdroj účinné látky raději než jen zásobník účinné látky. V nejuvhodnějším provedení je zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody opatřené oběma zdroji zásobní účinné látky, tedy elektrokoagulační jednotkou i zásobníkem zásobní účinné látky, který slouží jako druhý přídavný zdroj účinné látky pro odstranění dané nečistoty srážením, a dále je toto zařízení napojeno na společné dávkovací čerpadlo, které dávkuje směs vody a účinné látky z elektrokoagulační jednotky, a řídicí jednotka má navíc funkci vyhodnotit, zda elektrokoagulace produkuje dostatečné množství zásobní účinné látky pro ošetření vody dle aktuálních podmínek a stavu tohoto zařízení, nebo zda bude zásobní účinná látka alternativně či přídavně odebrána ze zásobníku zásobní účinné látky, a dále dle tohoto vyhodnocení reguluje výběr aktuálního zdroje účinné látky a nastaví její dávkování. Regulátor je proto navíc schopen regulovat toto zařízení tak, aby při určitých aktuálních podmínkách, které nastanou, konkrétně při překročení tzv. mezních podmínek, aktivoval přísun zásobní účinné látky ze zásobníku zásobní účinné látky do hlavního proudu ošetřované vody, což může být řešeno jako přídavný zdroj současně s použitím účinné látky získané elektrokoagulací nebo alternativně jako samostatný zdroj tehdy, pokud je potřeba dodat do vodního toku vyšší koncentrace účinné látky či pokud je produkce účinné látky z elektrokoagulační jednotky nedostatečná, například zvýší-li se zákal, koncentrace znečištěné vody při přívalových srážkách, či pokud je nedostatek elektrické energie v akumulátorech v případech, kdy je nutno elektrody vyměnit či přepólovat v důsledku poklesu jejich účinnosti, a kdy je výhodné přepnout na dávkovací čerpadlo zásobní látky tak, aby provoz nemusel být ukončen a voda byla upravována kontinuálně.

35 Toto modulární uspořádání zdrojů účinné látky má podstatnou výhodu především v prodloužení životnosti elektrod, a tedy zvyšuje ekonomičnost provozu elektrokoagulační jednotky. Takto je možné provozovat přibližně 80 až 95 % provozního času produkci účinné látky na místě a zásobníky zásobní účinné látky, tj. s chemickým flokulantem, používat pouze na vykrytí krizových situací.

40 Zásobník zásobní účinné látky je v tomto případě používán jako přídavný nebo jako alternativní zdroj účinné látky pro krátkodobé vykrytí výpadků nebo doplnění zásobování zásobní účinnou látkou. Zásobní účinná látka při tom nemusí být totožná s účinnou látkou, kterou produkuje elektrokoagulační jednotka, ale musí být účinná pro odstranění alespoň stejného typu znečištění. V zásobníku může být v případě potřeby uložena místo zásobní účinné látky pomocná látka, která prospívá procesu nebo zařízení jiným způsobem než účinná látka.

50 Zařízení pouze se zásobníkem zásobní účinné látky nebo zařízení, které má vyřazenou elektrokoagulační jednotku z provozu a pracuje dlouhodobě pouze se zásobní účinnou látkou je sice způsobilé i pro dlouhodobé saturování zásobní účinnou látkou pouze ze zásobníku zásobní účinné látky, ale takové využití je méně preferované, protože v tom případě je nutné veškerý objem zásobní účinné látky často do tohoto zásobníku doplňovat, tedy i transportovat po pozemních komunikacích, a to s další nevýhodou podstatného zvýšení produkce kalů, protože jako zásobní účinná látka se nejčastěji používají siričné a chloridové soli, které vedou k produkci kalů s obsahem síranů, či chloridů. Při elektrokoagulaci se nejčastěji v elektrokoagulační jednotce používají elektrody produkující jako účinné látky ionty, jejichž aplikací do ošetřované vody vznikají

hydroxy-oxidy železa, nebo např. hliníku, které jsou přirozenou součástí vod a jejichž produkce je pozitivnější pro životní prostředí ve srovnání se síranovými a chloridovými solemi. Volba mezi dvěma zdroji účinné látky má tedy podstatné provozní výhody týkající se zejména dovozu a skladování, ekonomické a ekologické výhody.

5

Zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody dále může obsahovat sedimentační nádrž zařazenou za zmíněným rozmíchávacím prostředkem, kde se smíchá účinná látka s proudem vody a následně se vytvořené vločky sedimentují v sedimentační nádrži, což je vhodné v případech, kdy je zařízení použito v uzavřeném cyklu proudící vody, například v bazénech, kašnách apod. Zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody dále může obsahovat zásobník pomocné látky, například konkrétně zásobní nádrž pomocného koagulantu pro urychlení sedimentace, navazující na dávkovací čerpadlo pro dávkování pomocného koagulantu, kde řídicí jednotka je navíc uzpůsobená pro regulaci a dávkování pomocného koagulantu.

10

Zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody může obsahovat nebo být připojitelné na alespoň dva typy energetických zdrojů, či může kombinovat využití více různých typů energetických zdrojů a k tomu obsahovat regulátor pro volbu energetického zdroje, což je řízeno řídicí jednotkou. Elektrokoagulační jednotka je napájena stejnosměrným proudem, příkladně s hodnotami proudu a napětí při procesu 20 až 45 A, a 8 až 12 V, přičemž může zpracovávat až 10 m³ vody za hodinu provozu s energetickou náročností přibližně 400 až 425 Wh/m³, což lze s výhodou kombinovat nejvýhodněji s napájením fotovoltaickými panely, které navíc mohou být doplněny o akumulátory, a/nebo případně s větrnou turbínou přes 12V akumulátor bez nutnosti použití střídače napětí. Kde je to možné či výhodné, lze jako alternativu použít také připojení z elektrické sítě, nebo případně i provozovat toto zařízení s pomocí elektrocentrály, například s průměrnou spotřebou benzínu u 3denního provozu 0,2 l/h.

20

25

Průtok, čerpání účinné látky do distribučního rozmíchávacího modulu, případně i volbu zdrojů účinné látky, jejich dávkování a energetických zdrojů lze optimalizovat pomocí společné řídicí jednotky. V jednodušším provedení je řídicí jednotka uzpůsobená pro regulaci nasávaného množství pomocné vody a produkce požadované koncentrace konkrétní účinné látky v pomocné vodě a pro dávkování vzniklé směsi pomocné vody a účinné látky do hlavního proudu ošetřované vody. Dle výše popsaných volitelných vylepšení může společná řídicí jednotka dále regulovat volby zdroje účinné látky a jejího dávkování, přičemž dle zákalu a znečištění vody vyhodnotí, zda je vhodné provozovat elektrokoagulaci či přepnout na zásobník, a/nebo regulovat a řídit dávkování pomocného koagulantu pro urychlení sedimentace, a/nebo může regulovat volbu energetického zdroje, konkrétně například pro přepínání mezi elektrickou sítí, akumulátory, a také může řídit dobíjení akumulátorů a zajišťovat ochranu před přepětím.

30

35

Ve výhodném provedení se elektrokoagulační jednotka může stávat ze dvou za sebou v sérii zapojených elektrokoagulačních podjednotek se samostatnými elektrokoagulačními nádržemi. V každé z nich pak mohou probíhat odlišné elektrochemické procesy dle typu použitých materiálů odlišných elektrod. Jejich elektrokoagulační nádrže jsou propojeny tak, že výstup z elektrokoagulace v první elektrokoagulační podjednotce, například s elektrodami železa, nebo hliníku s cílem odstranění fosforu či jiných částic, vstupuje do druhé elektrokoagulační podjednotky, která má elektrody například uhlíkové, nebo nerezové s cílem produkovat peroxidy pro odstranění farmak a pesticidů.

40

45

Objasnění výkresů

50

Podstata technického řešení je dále objasněna na příkladech jeho uskutečnění, které jsou popsány s využitím připojených výkresů, kde je na:

55

obr. 1 naznačeno schéma zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody na vodním toku s volitelným výhodným provedením se zásobníkem pomocné účinné

látky a s míchacími zábranami;

5 obr. 2 prostorově schematicky naznačen čelní pohled na část zařízení dle
předmětného technického řešení opláštěného krytem s naznačeným umístěním řídicí
elektroniky v boxu a ve výhodném provedení s naznačeným umístěním dvou
energetických zdrojů v boxech;

10 obr. 3 plošný řez čelní částí zařízení dle předmětného technického řešení opláštěného
krytem s naznačením umístěním řídicí elektroniky a ve výhodném provedení
s naznačeným umístěním dvou energetických zdrojů v boxech;

15 obr. 4 plošný řez horní částí zařízení dle předmětného technického řešení
s elektrokoagulační jednotkou a naznačenými elektrodami a rozvodem přiváděné
znečištěné pomocné vody;

obr. 5 plošný řez zadní částí zařízení dle předmětného technického řešení
20 opláštěného krytem s naznačením umístění elektrokoagulační jednotky a hřebene pro
vymezení vzájemné polohy elektrod;

obr. 6 detail hřebenu pro vymezení vzájemné polohy elektrod;

obr. 7 schéma elektronického zapojení v zařízení s elektrokoagulační jednotkou;

25 obr. 8 schéma šachovnicového rozmístění míchacích terčů v hlavním proudu
ošetřované vody jako součásti distribučního rozmíchávacího modulu s naznačeným
prouděním vody za těmito míchacími terči;

30 obr. 9 plošný řez horní částí distribučního rozmíchávacího modulu dle předmětného
technického řešení a ve výhodném provedení s naznačeným umístěním plováků,
upevňovacích a vodících ok a vodících tyčí pro ukotvení v hlavním proudu ošetřované
vody; a

obr. 10 plošný řez horní částí pasivní směšovací odtokové trysky.

35 Příklady uskutečnění technického řešení

Technické řešení bude dále objasněno na příkladech uskutečnění s odkazem na příslušné výkresy.

40 Jedním příkladem uskutečnění bylo zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody,
konkrétně fosforu jako cíleného kontaminantu. Toto zařízení bylo připojené na akumulátor jako
energetický zdroj 1 uložený v ochranném boxu 16 pro alternativní elektrický energetický zdroj 1,
a zastíněný shora stříškou 13. Akumulátor byl napojen na fotovoltaický panel. Toto zařízení dále
zahrnovalo přívod 4 pomocné vody nasávané z řeky do elektrokoagulační jednotky 2.
45 Elektrokoagulační jednotka 2 sloužila jako zdroj účinné látky a obsahovala úsek mísení v podobě
elektrokoagulační nádrže. Většina částí tohoto zařízení byla uzavřená v krytu 11 opatřeném dále
víkem 12 krytu se stříškou 13 nad oddílem řídicí elektroniky, tzn. řídicí jednotky 5 s regulátorem.
Řídicí elektronika 5 byla bezpečně uložena v boxu 14 pro řídicí elektroniku. Základní provedení
bylo obdobné jako výhodné provedení na obr. 1 s tím, že základní provedení nezahrnovalo
50 volitelně použitelný zásobník 8 zásobní účinné látky a míchací terče 22, ale v ostatním obr. 1
koresponduje se základním provedením. Lze se rovněž odkázat na obr. 2 až 3 s tím, že v základním
provedení byl zahrnut pouze jeden energetický zdroj, ale výhodné provedení na těchto obr. 2 a 3
naznačují dva energetické zdroje implementované přímo v zařízení pro odstranění cílených
kontaminant z vody, v ostatním základní provedení koresponduje s obr. 2 a 3. Obr. 4 až 7
55 korespondují se základním provedením.

Uvnitř krytu 11 byla umístěna elektrokoagulační jednotka 2, která obsahovala elektrody 18, které za provozu elektrokoagulační jednotky 2 elektrolýzou produkovaly účinnou látku pro koagulaci/flokulaci/srážení cílené kontaminanty ve vodě. Elektrokoagulační jednotka 2 proto sloužila jako zdroj účinné látky produkované na místě uložení tohoto zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody. Elektrody 18 byly napájeny elektrickou energií prostřednictvím připojených vodičů 21 pro napájení elektrod. Podstatnou část elektrod 18 tvořily kovové plechy a tyto byly zasazeny a přidržovány v hřebenu 20 pro vymezení vzájemné polohy elektrod, viz obr. 5 a 6, který byl umístěn v elektrokoagulační nádrži, do které byla nasávána znečištěná říční pomocná voda přívodem 4 pomocné vody, tj. armaturou, například trubkou s kulovým ventilem, a nasátá voda byla do elektrokoagulační nádrže roz distribuována rozvodem 19 znečištěné pomocné vody, umožňující její rovnoměrný rozstřík do prostoru elektrokoagulační nádrže, viz. obr. 4, a podrobena elektrokoagulaci, čímž se produkovala účinná látka, která jednak přítomnou vodu zbavila cílené nečistoty a nadbytek produkované účinné látky spolu s touto vyčištěnou pomocnou vodou vytvářel směs, která vytékala ven z elektrokoagulační nádrže výstupem 7 z elektrokoagulační jednotky, tj. další armaturou, opět například trubkou s kulovým ventilem. Z nádrže rovněž vystupoval vývod 17 bezpečnostního přepadu.

Dále byl v tomto zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody jako součást řídicí jednotky 5 umístěn regulátor v boxu 14 pro řídicí elektroniku a zároveň chráněný proti povětrnostním vlivům stříškou 13 nad oddílem řídicí elektroniky vystupující z horní části krytu 11. Schéma elektronického zapojení v zařízení s elektrokoagulační jednotkou 2 je prezentováno na obr. 7. Regulátor jednak reguloval prostřednictvím řídicí jednotky 5 množství nasávané pomocné vody z řeky a zároveň reguloval dávkování množství směsi nadbytku účinné látky s vyčištěnou vodou podrobenou elektrolýze zpět do toku říční vody na výstupu tohoto zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody. Dávkování bylo realizováno prostřednictvím dávkovacího čerpadla 6 směsi účinné látky v pomocné vodě, které bylo zařazeno na výstupu 7 z elektrokoagulační jednotky 2.

Na výstup 7 z elektrokoagulační jednotky dále navazoval distribuční rozmíchávací modul 10 pro rovnoměrnou distribuci a promíchání účinné látky v hlavním proudu 3 ošetřované říční vody. Tento distribuční rozmíchávací modul 10 sám o sobě sloužil jako výstup 9 směsi pomocné vody a účinné látky z tohoto zařízení, přičemž k čištění řeky docházelo částečným ponorem tohoto distribučního a rozmíchávacího modulu 10 do řeky a vypuštěním uvedené směsi do řeky. Hlavní fáze čištění vody dále pokračovala až za výstupem 9 směsi pomocné vody a účinné látky z tohoto zařízení pro odstranění cílených kontaminant z proudící vody, neboť nadbytek účinné látky vytvořený při elektrokoagulaci byl dále roz distribuován do proudu řeky a tam dále účinná látka působila a reagovala s nečistotami.

Distribuční rozmíchávací modul 10 v základním provedení obsahoval systém sacího potrubí jako rozvodného distribučního tělesa v podobě děrované trubky navazující na výstup 7 z elektrokoagulační jednotky 2, resp. z úseku mísení, kde děrovaná trubka měla díry, tj. odtokové otvory, opatřené nainstalovanými vířivými protiproudními tryskami jako rozmíchávacím prostředkem pro rozmíchání směsi pomocné vody a účinné látky v hlavním proudu ošetřované vody, kde tato vyústění byla na trubce dlouhé 4 m rovnoměrně rozložena po celé délce trubky po 25 cm, a vířivé trysky byly nasměrovány proti proudu ošetřované řeky, tzn. současně sloužily jako protiproudní trysky. Plovoucí distribuční rozmíchávací modul 10 se rozkládal kolmo na proud řeky, a byl nadnášen plováky 23 tak že od levého okraje této trubky k levému břehu zbývalo cca 20 cm a stejná vzdálenost od pravého břehu byla i od pravého okraje této trubky. Pro uchycení distribučního rozmíchávacího modulu 10 k plovákům 23 sloužily vodící tyče 25 provlečené do v upevňovacích a vodících ok 24, viz. obr. 9. Proud vody v řece měl v některé dny například objemový průtok 20 m³/hod a směs účinné látky s pomocnou vodou tryskala proudem do hlavního proudu 3 ošetřované vody s objemovým průtokem 2 m³/hod, přičemž koncentrace účinné látky v pomocné vodě byla 20 mg/l. Elektrokoagulační jednotka 2 produkovala ionty hlinité a tyto reagovaly s fosforečnany v hlavním proudu 3 ošetřované vody za vzniku hydroxyoxidu hlinitého,

5 který není biodostupný a neumožní tedy rozvoj sinic a řas. Alternativní použitou variantou distribučního rozmíchávacího modulu 10 byl systém statického směšovače, který tvořily pasivní směšovací odtokové trysky 26 pro míchání hlavního proudu 3 ošetřované vody se směsí pomocné vody s účinnou látkou, viz. obr. 10, které měly dva oddělené vstupy, jeden vnitřní centrální napojený na odtokový otvor distribučního rozmíchávacího modulu 10, a druhý vnější, zanořený do hlavního proudu 3 ošetřované vody, která částečně vstupovala do směšovací odtokové trysky 26, kde se smíchala se směsí pomocné vody a účinné látky z elektrokoagulační jednotky 2 a tato nařaděná směs dále tryskala společným výstupem do hlavního proudu 3 ošetřované vody. Další zkoušenou variantou bylo použití hydrodynamického směšovače místo pasivní směšovací odtokové trysky 26.

15 Ve vylepšené variantě tohoto základního provedení navíc zařízení obsahovalo i napájecí trafo pro přívod elektrické energie ze sítě, které bylo uloženo v boxu 15 pro napájecí trafo, viz obr. 2 a 3. V tom případě řídicí jednotka 5 s regulátorem rovněž aktivně regulovala výběr vhodného energetického zdroje 1 pro provoz tohoto zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody dle přednastavených instrukcí.

20 Dalším vylepšením tohoto posledně zmíněného nebo i základního příkladného provedení je volitelně doplnitelný či vyměnitelný pojistný zásobník 8 zásobní účinné látky, která je dovážena na místo a do tohoto zásobníku 8 doplňována, viz obr. 1.

25 Jednou ze zkoušených variant bylo také výše uvedené základní provedení pouze se zásobníkem 8 účinné látky bez elektrokoagulační jednotky 2, avšak realizace s elektrokoagulační jednotkou je z výše uvedených důvodů preferovanější.

30 Níže jsou prezentována další příkladná provedení, kde jsou specifikovány některé bližší detaily nebo rozdíly oproti základnímu provedení výše, pokud v nich však nejsou znovu popisovány znaky shodné, stejné jako u předchozích provedení, ani jejich alternativa například v podobě jiného typu rozmíchávacího prostředku, jsou tyto znaky považovány za zahrnuté.

35 Konkrétně bylo například mírně obměněné výše uvedené základní provedení zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody, jako je zobrazeno na obr. 1 až 6 a s využitím technologie srážení fosforu, instalováno v toku přírodní vody Dobřejevického potoka přítékajícího zájmového území Průhonického zámeckého parku, který zahrnuje několik vodních prvků, kde docházelo k masovému rozvoji řas a sinic z důvodu vysoké koncentrace fosforu, zejména ve formě fosforečnanu.

40 Zde byly energetickými zdroji 1 pro napájení celého tohoto zařízení dva akumulátory, první napájený energií vyrobenou fotovoltaickými panely s kapacitou 2,5 kW a tento kombinován s akumulátorem napájeným větrnou turbínou s kapacitou 500 W. Zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody bylo napájeno z těchto akumulátorů stejnosměrným proudem a energetická náročnost se pohybovala v rozmezí 400 až 425 Wh/m³. Hodnoty proudu a napětí při provozu tohoto zařízení kolísaly v rozmezí 20 až 55 A, a 8 až 12 V.

45 V elektrokoagulační nádrži elektrokoagulační jednotky 2 bylo rozmístěno 10 ks deskových elektrod 18 z hliníkového plechu o tloušťce 2 mm, které byly řídicí jednotkou 5 cyklicky depolarizovány po 2 minutách, tzn. přepólovány. Toto zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody může zpracovat až 10 m³/h vody protékající elektrokoagulační jednotkou 2 a při tomto provozu produkovalo až 200 g hliníku za hodinu. Při průtoku 1,2 m³/h vody elektrokoagulační jednotkou produkovalo toto zařízení 16,8 g hliníku, což je 20 mg hliníku na litr ošetřené vody.

55 Verifikace účinnosti odstranění fosforečnanového fosforu v provozních podmínkách s přírodní vodou Dobřejevického potoka v Průhonickém parku prokazovala účinnost 89 až 98 %, což bylo ověřováno standardní molybdenovou metodou pro stanovení fosforečnanů ve vodě.

Tento systém zahrnoval a využíval jako pojistný zdroj účinné látky zásobník 8 zásobní účinné látky o objemu 120 litrů síranu hlinitého, který byl schopen vykrýt výpadek systému elektrokoagulace po dobu 50 hodin.

5

Volba energetického zdroje 1, zdroje účinné látky, čerpání vody a dávkování účinné látky do proudu potoka byla opět regulována regulátorem.

Jako distribuční rozmíchávací modul 10 pro rovnoměrnou distribuci a promíchání účinné látky v proudu vody na výstupu ze zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody bylo do potoka přes celou jeho šířku jednak ponořeno distribuční rozvodné těleso, tj. distribuční trubka s rovnoměrně rozmístěnými odtokovými otvory a za těmito otvory následovaly šachovnicově, zde například ke dnu řeky připevněné, míchací terče 22 neboli míchací zábrany, viz obr. 8 a 1, každý o šíři 25 cm a to v násobném uspořádání ve směru toku jak je znázorněno na obr. 8. Míchací terče 22 mohly být také alternativně připevněné držákem k této distribuční trubce v odstupu za odtokovými otvory.

Jiným konkrétním příkladem bylo zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody s využitím technologie pro odstranění řas a bakterií a snížení koncentrace fosforu ve vodním prvku zámecké kašny s vodotryskem. Toto zařízení, jak je vyobrazeno na obr. 2 až 6, avšak pouze s jedním přípojem na energetický zdroj, mělo elektrokoagulační jednotku 2 osazenou elektrodami 18, jak jsou schematicky znázorněny na obr. 4, tak, že polovina elektrod 18 byla z hliníkového plechu o tloušťce 2 mm, a tyto typy elektrod 18 produkovaly hydroxy-oxidy hliníku, jako účinnou látku pro odstranění cílených kontaminant z proudící vody. Současně bylo toto zařízení osazeno druhou polovinou elektrod 18, konkrétně v jedné testované variantě šlo o uhlíkové elektrody 18 a ve druhé testované variantě o elektrody 18 z nerezové oceli, přičemž tyto typy elektrod 18 produkovaly elektrolyzou vody hydroxylové radikály, jenž reagovaly na per-oxo sloučeniny, které se sumárně vyjadřují jako koncentrace peroxidů, které rovněž sloužily jako účinná látka produkovaná elektrokoagulací pro odstranění vodních nečistot.

30

Toto zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody, instalované v zámecké kašně s vodotryskem, kde byl celkový objem vody 60 m³, mělo připojení k elektrické síti jako jedinému energetickému zdroji 1 a bylo zapínáno pouze periodicky na část dne, přibližně po 3 hodiny provozu tohoto zařízení denně, které bylo dostatečné, protože snížilo koncentraci fosforu o 97 %, a naprodukována koncentrace 3 až 7 mg peroxidu vodíku na litr vody na odtoku z tohoto zařízení zabezpečila prevenci rozvoje řas, sinic i bakterií.

35

Směs vody a produkovaných účinných látek, tzn. hydroxy-oxidů hliníku a hydroxylových radikálů opět vyjadřovaných formou koncentrace peroxidu vodíku, byla do objemu kašny vpravována distribučním rozmíchávacím modulem 10 pro rovnoměrnou distribuci a promíchání účinné látky v hlavním proudu 3 ošetřované vody na výstupu 9 této směsi ze zařízení, zde konkrétně nasáváním směsi vody a účinných látek do čerpaného proudu vody cirkulující v kašně venturiho trubici a na odtoku rozptýlena tryskou 26 pasivního směšovače, viz obr. 10.

40

Dalším testovaným příkladem bylo použití dvou sériově zapojených elektrokoagulačních podjednotek, které jsou sumárně považovány jako celek za elektrokoagulační jednotku 2, přičemž přívod 4 pomocné vody byl zaveden do první elektrokoagulační podjednotky v sérii, elektrokoagulační podjednotka obsahovala samostatnou elektrokoagulační nádrž s elektrodami 18, a s rozvodem 19 znečištěné pomocné vody, výstup z této první elektrokoagulační podjednotky navazoval na vstup do druhé v sérii zapojené elektrokoagulační podjednotky, kde směs vody a účinné látky vzniklé první elektrokoagulací působením železných elektrod instalovaných pro odstranění fosforu byla dalším rozvodem rozvedena do elektrokoagulační nádrže v druhé elektrokoagulační podjednotce s uhlíkovými elektrodami pro produkci peroxidů na dezinfekci vody, a dále pomocí dávkovacího čerpadla 6 čerpána výstupem 7 sacím potrubím z elektrokoagulační jednotky 2 přes distribuční rozmíchávací modul 10 s pasivní směšovací

55

odtokovou tryskou 26. Za distribučním rozmíchávacím modulem 10 byla dále zapojena sedimentační nádrž, ve které byly z vody před jejím odtokem do potoka sedimentací odstraňovány vločky sloučenin železa.

- 5 Aplikací obou elektrokoagulačních podjednotek zapojených v sérii byla vybuzena Fentonova reakce, která rozkládala farmaka, a zbytková koncentrace železa reagovala s fosforečnany. Tyto sériově zapojené elektrokoagulační podjednotky byly součástí zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody, s využitím technologie pro snížení koncentrace fosforu, mikroorganismů a farmak s využitím, na odtoku čistírny odpadních vod zařazené na výstupu odpadních vod
- 10 z domova seniorů se 125 ekvivalentními obyvateli a zaústěné do potoka.

Zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody bylo napojeno svým přípojem na elektrickou síť, která sloužila jako zdroj energie pro její provoz.

- 15 Poslední příkladné provedení později ještě vylepšelo doplněním zásobní nádrže pomocného koagulantu pro urychlení sedimentace a s napojením do dávkovacího čerpadla 6 pro zajištění dávkování pomocného koagulantu, přičemž řídicí jednotka 5 navíc regulovala tohoto dávkování pomocného koagulantu.

20

Průmyslová využitelnost

- Zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody je vhodné zejména pro malé zdroje znečištění a malé vodní toky, odkud plyne většina znečištění do velkých řek a lze využít pro čistírny odpadních vod tam, kde dochází k napájení vodních prvků například kašen, vodotrysků, bazénů, jezírek, na odtoku z akvakultur včetně recyklace vody pro akvakultury, pro čištění přítoků do rybníků, okrasných nádrží apod.
- 25

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro odstranění cílených kontaminant z vody, zahrnující:

- alespoň jeden energetický zdroj (1) a/nebo přípoj na alespoň jeden energetický zdroj;

5 - přívod (4) pomocné vody do úseku mísení;

- alespoň jeden zdroj účinné látky s úsekem mísení účinné látky s pomocnou vodou;

- řídicí jednotku (5) s regulátorem pro regulaci nasávaného množství pomocné vody a požadované koncentrace konkrétní účinné látky v pomocné vodě a pro dávkování vzniklé směsi pomocné vody a účinné látky do hlavního proudu (3) ošetřované vody;

10 - dávkovací čerpadlo (6) pro toto dávkování, zařazené na výstupu z úseku mísení; a

- výstup (9) směsi pomocné vody a účinné látky z tohoto zařízení,

vyznačující se tím, že výstup (9) směsi vody a účinné látky ze zařízení je opatřen alespoň jedním distribučním rozmíchávacím modulem (10) pro zajištění distribuce a promíchání účinné látky v hlavním proudu (3) ošetřované vody.

15 2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zdrojem účinné látky je elektrokoagulační jednotka (2) a/nebo zásobník (8) účinné látky.

3. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že distribuční rozmíchávací modul (10) zahrnuje na výstup z úseku mísení napojené rozvodné distribuční těleso s alespoň jedním odtokovým otvorem, a dále zahrnuje na zmíněném odtokovém otvoru nebo za ním alespoň jeden rozmíchávací prostředek pro rozmíchání směsi pomocné vody a účinné látky v hlavním proudu (3) ošetřované vody.

4. Zařízení podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že rozvodným distribučním tělesem je sací potrubí, které má množství odtokových otvorů rozmístěných v pravidelných rozestupech od sebe.

5. Zařízení podle nároku 3 nebo 4, **vyznačující se tím**, že rozmíchávacím prostředkem je některý z následujícího výčtu rozmíchávacích prostředků nebo jejich kombinace:

a) vířivá tryska;

b) vířivá protiproudí tryska;

30 c) venturiho trubice pro přísávání směsi pomocné vody a účinné látky z elektrokoagulační jednotky (2) do proudu přiváděné části vody z hlavního proudu (3) ošetřované vody, a pro smíšení těchto dvou proudů, zakončená vířivou tryskou nebo pasivní směšovací odtokovou tryskou (26);

d) pasivní směšovací odtoková tryska (26) pro přísávání směsi pomocné vody a účinné látky do proudu přiváděné části vody z hlavního proudu (3) ošetřované vody, a pro smíšení těchto dvou proudů;

e) hydrodynamický směšovač;

35 f) míchací terče (22) pro jejich umístění do hlavního proudu (3) ošetřované vody v odstupu za zmíněnými odtokovými otvory nebo za kterýmkoliv z rozmíchávacích prostředků dle bodu a) až e) tohoto nároku.

6. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že alespoň část distribučního rozmíchávacího modulu (10) je připevněna k alespoň jednomu plováku (23).

7. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že obsahuje další zásobník (8) zásobní účinné látky nebo pomocné látky, který je přídavným zdrojem zásobní účinné látky nebo zdrojem pomocné látky, dále napojení z něj na zmíněné dávkovací čerpadlo (6), přičemž řídicí jednotka (5) je navíc uzpůsobena pro vyhodnocení a regulaci použití zdroje účinné látky nebo pomocné látky a regulaci jejich dávkování.

8. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků 2 až 5 nebo 7, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje za distribučním rozmíchávacím modulem (10) zařazenou sedimentační nádrž.

9. Zařízení podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje zásobní nádrž pomocného koagulantu pro urychlení sedimentace a dávkovací čerpadlo pomocného koagulantu, přičemž řídicí jednotka (5) je navíc uzpůsobena pro regulaci a dávkování pomocného koagulantu.

10. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že zahrnuje a/nebo je připojitelné na alespoň dva typy energetických zdrojů (1), a že řídicí jednotka (5) je dále přizpůsobena pro regulaci volby energetického zdroje (1).

11. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že elektrokoagulační jednotka (2) se stává ze dvou v sérii zapojených elektrokoagulačních podjednotek.

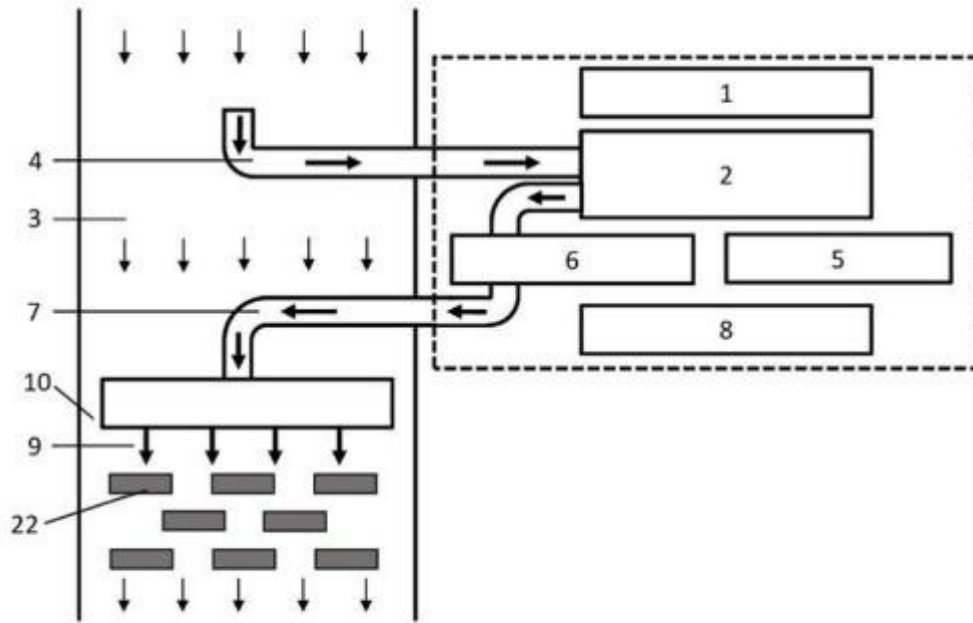
12. Zařízení podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že každá z elektrokoagulačních podjednotek obsahuje odlišný typ elektrod (18) pro odstranění jiného typu znečištění.

10 výkresů

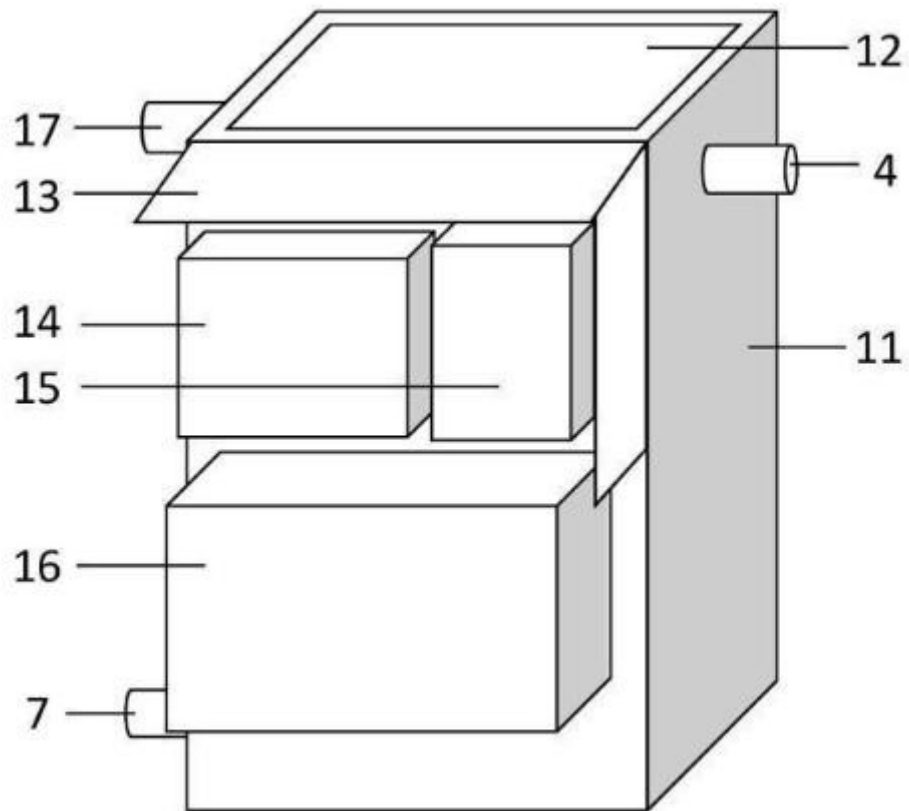
Seznam vztahových značek:

- | | | |
|----|----|--|
| | 1 | energetický zdroj |
| 25 | 2 | elektrokoagulační jednotka |
| | 3 | hlavní proud ošetřované vody |
| | 4 | přívod pomocné vody |
| | 5 | řídicí jednotka s regulátorem |
| | 6 | dávkovací čerpadlo |
| 30 | 7 | výstup z elektrokoagulační jednotky |
| | 8 | zásobník zásobní účinné látky |
| | 9 | výstup směsi pomocné vody a účinné látky ze zařízení |
| | 10 | distribuční rozmíchávací modul |
| | 11 | kryt |
| 35 | 12 | víko krytu |
| | 13 | stříška |
| | 14 | box pro řídicí elektroniku |
| | 15 | box pro napájecí trafo |
| | 16 | box pro alternativní elektrický energetický zdroj |
| 40 | 17 | vývod bezpečnostního přepadu |
| | 18 | elektroda |
| | 19 | rozvod znečištěné pomocné vody, |
| | 20 | hřeben pro vymezení vzájemné polohy elektrod |
| | 21 | vodič pro napájení elektrod |
| 45 | 22 | míchací terč |
| | 23 | plovák |
| | 24 | upevňovací a vodící oko |

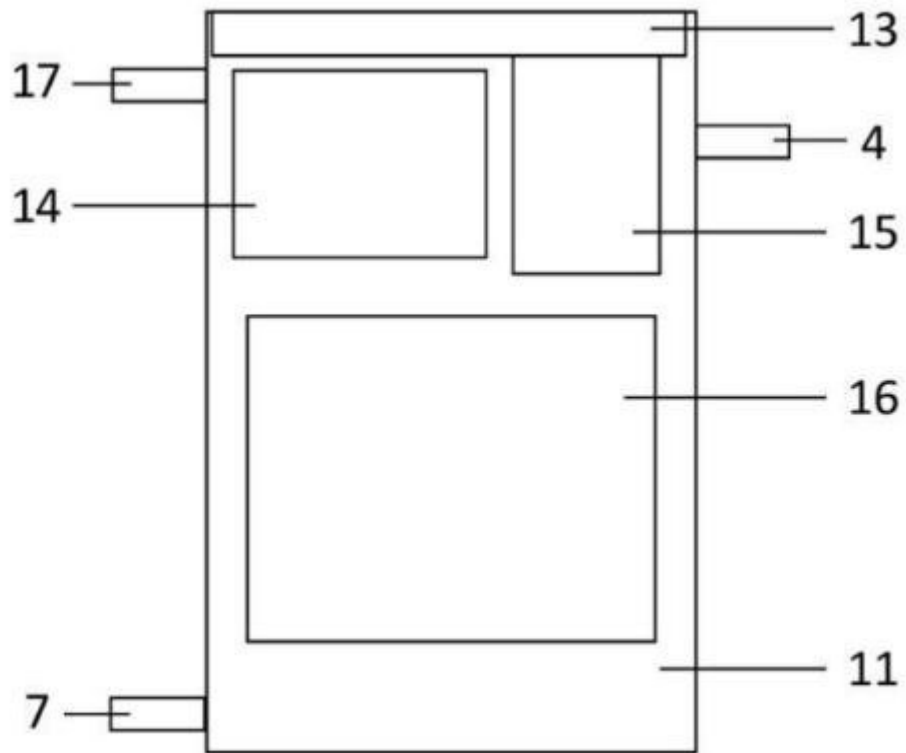
- 25 vodící tyč
- 26 pasivní směšovací odtoková tryska



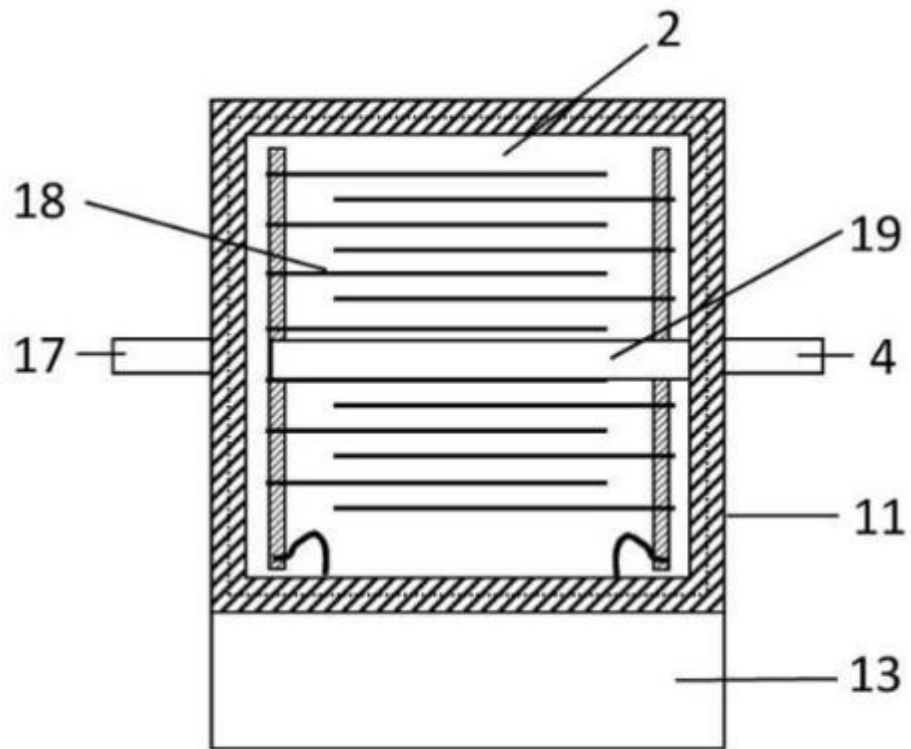
Obr. 1



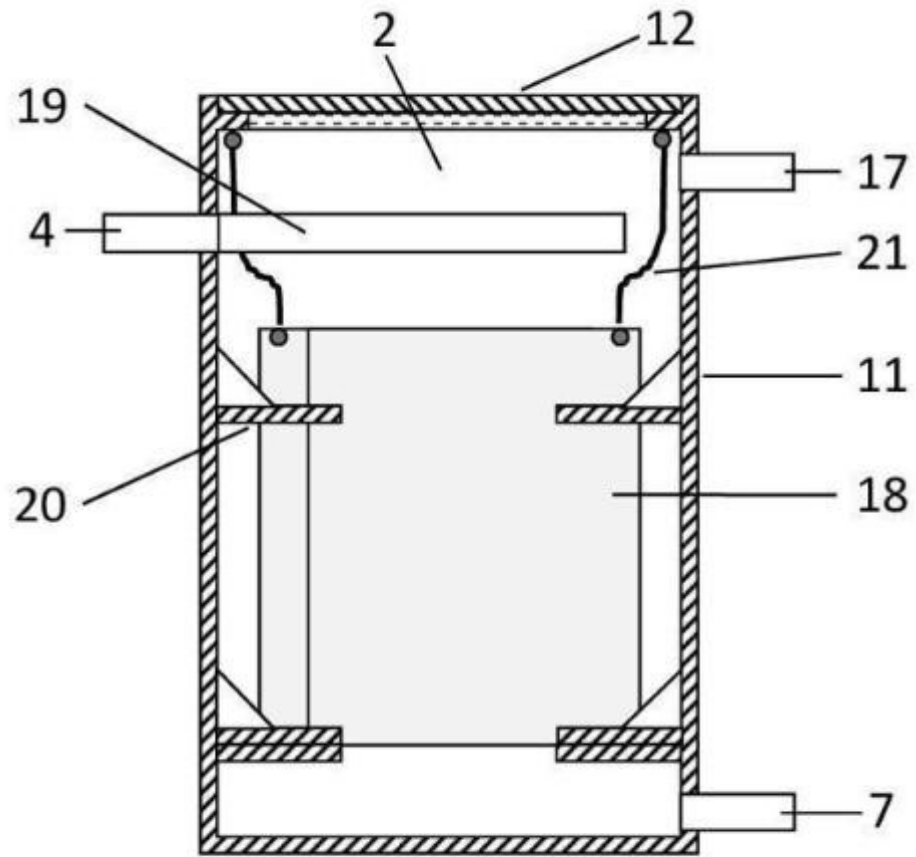
Obr. 2



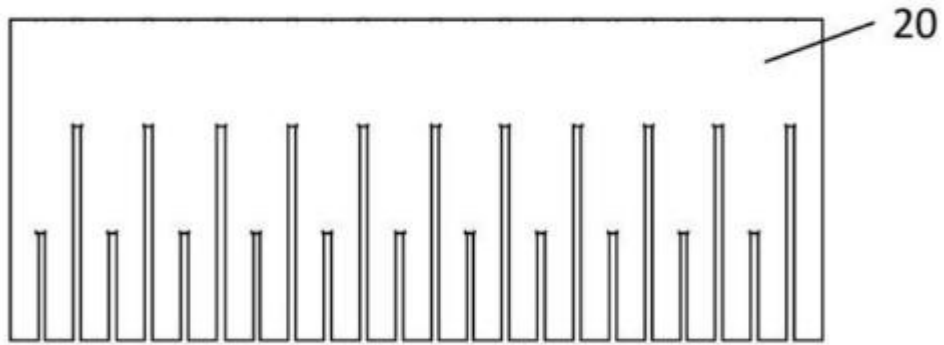
Obr. 3



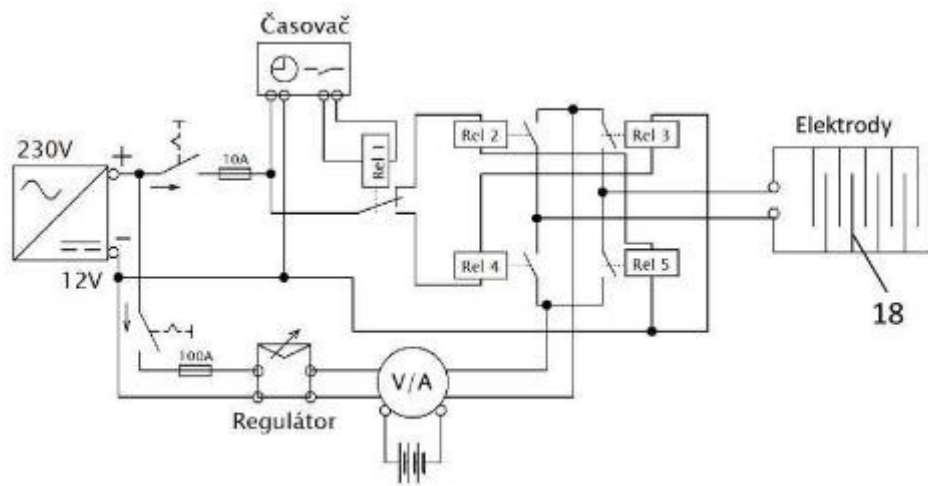
Obr. 4



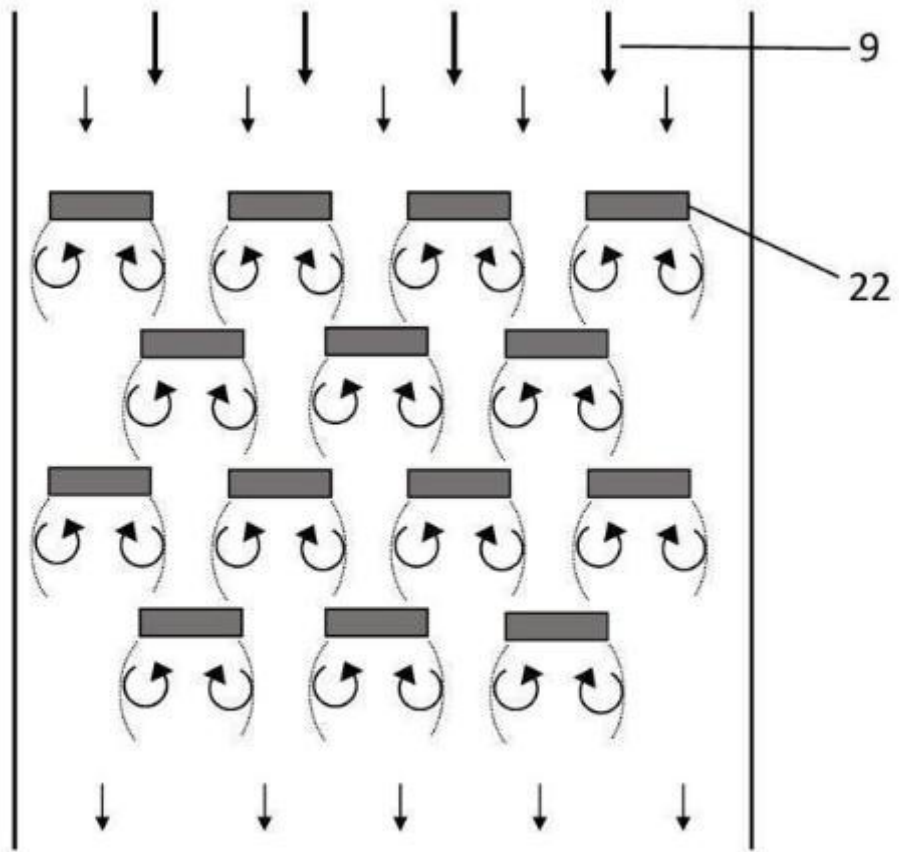
Obr. 5



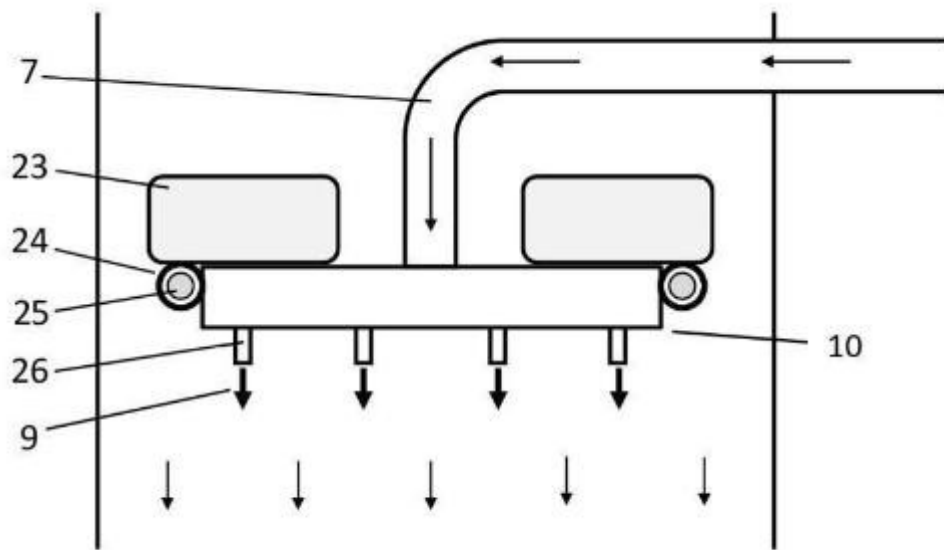
Obr. 6



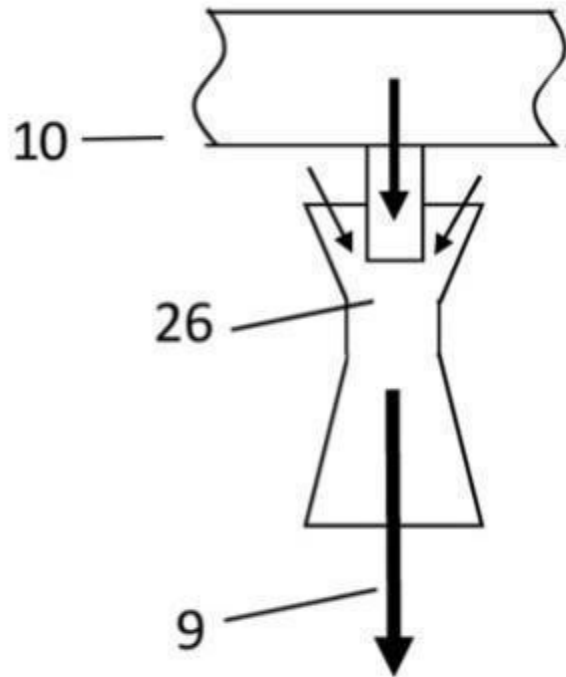
Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9



Obr. 10