

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

31 967

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B03D 3/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-34927**
(22) Přihlášeno: **03.05.2018**
(47) Zapsáno: **14.08.2018**

(73) Majitel:
Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v. v. i., Praha 6,
Dejvice, CZ

(72) Původce:
RNDr. Lenka Pivokonská, Ph.D., Mníšek pod Brdy,
CZ
Ing. Radim Petříček, Hovorany, CZ
doc. RNDr. Martin Pivokonský, Ph.D., Mníšek pod
Brdy, CZ

(54) Název užitého vzoru:
Poloprovozní flokulační jednotka

CZ 31967 U1

Poloprovozní flokulační jednotka

Oblast techniky

5

Poloprovozní flokulační jednotka je experimentální poloprovozní zařízení určené pro výzkum a optimalizaci tvorby suspenze při úpravě pitné či technologické vody. Její konstrukce umožňuje komplexní optimalizaci nejen procesů flokulace (dávkování činidel, homogenizační míchání, rychlé agregační míchání a pomalé agregační míchání), ale také separaci suspenze v jednom zařízení, aniž by bylo třeba stavět pro různé technologické kroky samostatné jednotky. Protože rychlé agregační i pomalé agregační míchání probíhá v jedné nádrži, je proces flokulace plynulý a nedochází tak ke změnám ve velikosti a charakteru agregátů z důvodu druhotného rozbíjení vlivem změny hydrodynamických podmínek. Protože všechny parametry (dávky činidel, intenzitu všech typů míchání, filtrační rychlost, náplň rychlofiltru) provozu flokulační jednotky lze měnit, umožňuje poloprovozní flokulační jednotka nastavení neomezeného množství variant provozu a tím i jejich přímou aplikovatelnost do full scale měřítka.

20

Dosavadní stav techniky

Cílem agregačního míchání (flokulace) je tvorba separovatelné suspenze. V současné době je praxe založena na skutečnosti, že rychlé míchání je aplikováno jako homogenizační, rychlé agregační míchání aplikováno není a po homogenizaci činidel následuje již pouze pomalé agregační míchání. Tato praxe vede ke skutečnosti, že vznikají agregáty, které nemají odpovídající parametry (velikost, tvar, hustota atd.) pro příslušný typ separace. Mezi projektanty i provozovateli úpraven vody je pevně zakořeněn názor, že s ohledem na následnou separaci je třeba velkých vločkovitých agregátů, které vznikají jen při nízkých intenzitách míchání. Přestože tento koncept vyvrátila řada studií (Bache, D.H., Rasool, E.R. (2001): Characteristics of aluminohumic flocs in relation to DAF performance. *Water Science and Technology* 43(8), 203-208; Bouyer, D., Coufort, C., Line, A., Do-Quang, Z. (2005): Experimental analysis of floc size distributions in a 1-L jar under different hydrodynamics and physicochemical conditions. *Journal of Colloid and Interface Science* 292(2), 413-428; Coufort, C., Bouyer, D., Line, A. (2005): Flocculation related to local hydrodynamics in Taylor-Couette reactor and in a jar. *Chemical Engineering Science* 60(8-9), 2179-2192; Coufort, C., Bouyer, D., Line, A., Haut, B. (2007): Modelling of flocculation using a population balance equation. *Chemical Engineering and Processing* 46(12), 1264-1273; Li, T., Zhu, Z., Wang, D., Yao, Ch., Tang, H. (2006): Characterization of floc size, strength and structure under various coagulation mechanisms. *Powder Technology* 168(2), 104-110; Pivokonská, L., Pivokonský, M. (2006). The influence of conditions of agitation on the properties of aggregates formed during treatment of water with content of humic substance. *Water Science and Technology: Water Supply* 6, 211-218; Pivokonský, M., Pivokonská, L., Tomášková, H. (2008): Aggregation capability of a fluidised layer of granular material during treatment of water with high DOC and low alkalinity. *Water Science and Technology: Water Supply* 8(1), 9-17; Serra, T., Colomer, J., Logan, B.E. (2008): Efficiency of different shear devices on flocculation. *Water Research* 42(4-5), 1113-1121; Xu, W., Gao, B., Yue, Q., Wang, Y. (2010): Effect of shear force and solution pH on flocs breakage and re-growth formed by nano-Al₁₃ polymer. *Water Research* 44(6), 1893-1899), je současná praxe stále založena na výše uvedené nesprávné představě o agregaci (flokulaci). Poloprovozní flokulační jednotka naopak vychází z konceptu nového, kdy nedílnou součástí agregace (flokulace) je rychlé agregační míchání zařazené mezi míchání homogenizační a pomalé agregační míchání. Rychlé agregační míchání má zásadní význam pro tvorbu primárních částic a mikro-agregátů a ovlivňuje tak významně následné procesy úpravy vody a jejich účinnost. K následné agregaci primárních částic a mikro-agregátů pak dochází ve fázi pomalého agregačního míchání. Rychlé míchání ovlivňuje strukturální vlastnosti tvořených agregátů. Neméně důležitý je ale také poměr mezi hodnotami gradientů rychlosti pomalého a rychlého agregačního míchání. Poloprovozní flokulační jednotka umožňuje plynule měnit tento poměr

a dosáhnout tak maximálně možné účinnosti agregace (flokulace) a velikostní distribuce agregátů v suspenzi odpovídající uvažovanému způsobu separace.

- 5 Coufort, C., Bouyer, D., Line, A. (2005): Flocculation related to local hydrodynamics in Taylor-Couette reactor and in a jar. *Chemical Engineering Science* 60(8-9), 2179-2192.

Podstata technického řešení

- 10 Poloprovozní flokulační jednotka je experimentální poloprovozní zařízení vycházející z nového technologického poznatku, že tvorba suspenze probíhá ve třech krocích - homogenizaci, rychlém
 15 agregačním míchání a pomalém agregačním míchání. Přičemž každý z uvedených kroků má zcela nezastupitelnou úlohu v procesu koagulace/flokulace. Konstrukce poloprovozní flokulační
 20 jednotky umožňuje komplexní optimalizaci procesů homogenizace, koagulace, flokulace a separace suspenze v jednom zařízení, aniž by bylo třeba stavět pro různé technologické kroky
 25 samostatné jednotky. Protože rychlé agregační i pomalé agregační míchání probíhá současně v jedné nádrži, která je pouze děrovanou vestavbou rozdělena na prostor rychlého agregačního
 a pomalého agregačního míchání, je proces koagulace/flokulace plynulý a nedochází tak ke změnám ve velikosti a charakteru agregátů z důvodu druhotného rozbíjení vlivem změny
 hydrodynamických podmínek. Uplatnitelnost poloprovozní flokulační jednotky spočívá nejen v případě návrhu technologií při výstavbě nových či rekonstrukci stávajících úpraven vody, ale
 také při kontinuálním provozu, kdy je třeba optimalizovat parametry technologie s ohledem na
 měnící se provozní parametry, např. při změně kvality surové vody či změně výkonu úpravy. Obdobně je její využitelnost i v oblasti vývoje a výzkumu např. při studiu vlivu
 hydrodynamických podmínek na charakter tvořených agregátů a jejich separaci.

Objasnění výkresů

- 30 Obr. 1. Schematický náčrtek součástí poloprovozní flokulační jednotky a jejich vzájemného propojení.

Příklady uskutečnění technického řešení

- 35 Příkladem provedení navrženého technického řešení je Poloprovozní flokulační jednotka podle výkresů ÚH-UV1/2018-1 (obr. 1). Poloprovozní flokulační jednotka je tvořena míchací
 (flokulační) nádrží MN a pískovým rychlofiltrem PRF. Míchací nádrž MN je čtvercového průřezu a je technologicky rozdělena na prostor pro rychlé agregační míchání RAM osazený
 40 Rushtonovou turbínou RT a prostor pro pomalé agregační míchání PAM s pitch blade turbínami PBT. Počet pitch blade turbín lze měnit podle požadavku na homogenitu míchání v celém
 prostoru agregace. Míchání je zajištěno dvěma nezávislými pohony s otáčkami řízenými pomocí frekvenčních měničů 8 s měřiči krouticího momentu 7. Prostory rychlého a pomalého
 45 agregačního míchání jsou odděleny děrovanou vestavbou 11. Míchací nádrž je koncipována jako otevřená s výškou hladiny danou přepadem 9.

- Přívod surové vody do poloprovozní flokulační jednotky je zajištěn čerpadlem 1, průtok je regulován pomocí regulačního ventilu 2 a automatického průtokoměru 3. Homogenizace činidel
 50 pro předúpravu reakčního pH ($\text{Ca}(\text{OH})_2/\text{H}_2\text{SO}_4$) a koagulantu ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) je zajištěna homogenizéry 4 a 5. Činidla jsou dávkována peristaltickými čerpadly. Pro zvýšení účinnosti
 flokulace je v prostoru nátoky do pomalého agregačního míchání PAM nad děrovanou vestavbou 11 zaústění 10 pro případné dávkování pomocného polyflokulantu. Nátok 12 suspenze z míchací
 nádrže na pískový rychlofiltr je pod hladinou vystavenou přepadem 9.

- 55 Pískový rychlofiltr PRF má čtvercový průřez a je opatřen tlakovými sondami Pi-P₈ pro měření

tlakových ztrát v pískovém loži v průběhu jednotlivých filtračních cyklů. Sběr dat z tlakových sond je automatický přes záznamník 15. Filtr je konstruován s konstantní výškou hladiny vody danou přepadem 9. Odtok filtrátu 14 je přes filtrační trysku 13 a je řízen pomocí soustavy čerpadlo 1 – průtokoměr 3 - regulační ventil 2. Upravenou vodu 16 je možné jímat do akumulární nádrže. Praní filtru je zajištěno pomocí tlakové upravené vody ze sítě.

Součástí poloprovozní flokulační jednotky je řídicí systém 17, který umožňuje řízení jednotky (řízení otáček míchadla, průtoku vody, filtrační rychlosti atd.) a sběr dat (krouticí momenty rotorů míchadel, hodnoty tlaků ve filtračním loži atd.).

Poloprovozní flokulační jednotka je konstruována tak, aby umožňovala měnit průtok vody, plynule měnit otáčky jednotlivých míchadel, měřit krouticí momenty za účelem stanovení příslušných gradientů rychlosti v jednotlivých segmentech míchání, nastavovat různé filtrační rychlosti na pískovém rychlofiltru a pomocí tlakových sond zjišťovat nárůst tlakové ztráty ve filtrační náplni během jednotlivých filtračních cyklů. Zároveň je upravena tak, aby bylo možné sledovat charakter tvořených agregátů pomocí snímání procesu např. vysokorychlostní kamerou a vyhodnocovat tak přímou vazbu mezi intenzitou míchání, vlastnostmi agregátů a průběhem filtračních cyklů. Celá jednotka je opatřena několika odběrovými místy S umožňujícími kontrolu celého procesu flokulace a separace. Pískový rychlofiltr je opatřen sadou tlakových sond P₁-P₈ pro sledování kolmatace pískového lože a řízení filtrace změnou filtrační rychlosti.

V návrhu poloprovozní flokulační jednotky je separace zajištěna pískovým rychlofiltrem, nicméně je-li třeba modelovat proces dvoustupňové separace suspenze, lze díky modulárnímu uspořádání jednotky mezi míchací nádrž a pískový rychlofiltr přidat příslušné separační zařízení, např. lamelový usazovák, DAF jednotku atd.

Průmyslová využitelnost

Poloprovozní flokulační jednotka je určena nejen k výzkumu, vývoji a testování procesu koagulace/flokulace, vlivu míchání na charakter tvořených agregátů a způsobu jejich separace (vlivu míchání na průběh separace), ale také na jednotlivých úpravách vody pro optimalizaci jednotlivých kroků úpravy vody. Poloprovozní flokulační jednotka umožňuje optimalizovat celý proces úpravy vody počínaje dávkováním činidel pro koagulaci, přes tvorbu suspenze až po její separaci.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Poloprovozní flokulační jednotka, **vyznačující se tím**, že zahrnuje míchací nádrž (MN), která má pomocí děrované vestavby oddělený prostor pro rychlé agregační míchání (RAM) osazený Rushtonovou turbínou (RT), a prostor pro pomalé agregační míchání (PAM) osazený pitch blade turbínami (PBT).

2. Poloprovozní flokulační jednotka podle nároku 1, **se vyznačuje tím**, že má samostatné pohony a regulace otáček pro Rushtonovu turbínu (RT) v prostoru rychlého agregačního míchání (RAM) a pro pitch blade turbíny (PBT) v prostoru pomalého agregačního míchání (PAM).

3. Poloprovozní flokulační jednotka podle nároku 1 a 2, **se vyznačuje tím**, že v prostoru pomalého agregačního míchání (PAM) je umístěna více než jedna pitch blade turbína (PBT).

4. Poloprovozní flokulační jednotka podle nároku 1 až 3, **se vyznačuje tím**, že bezprostředně

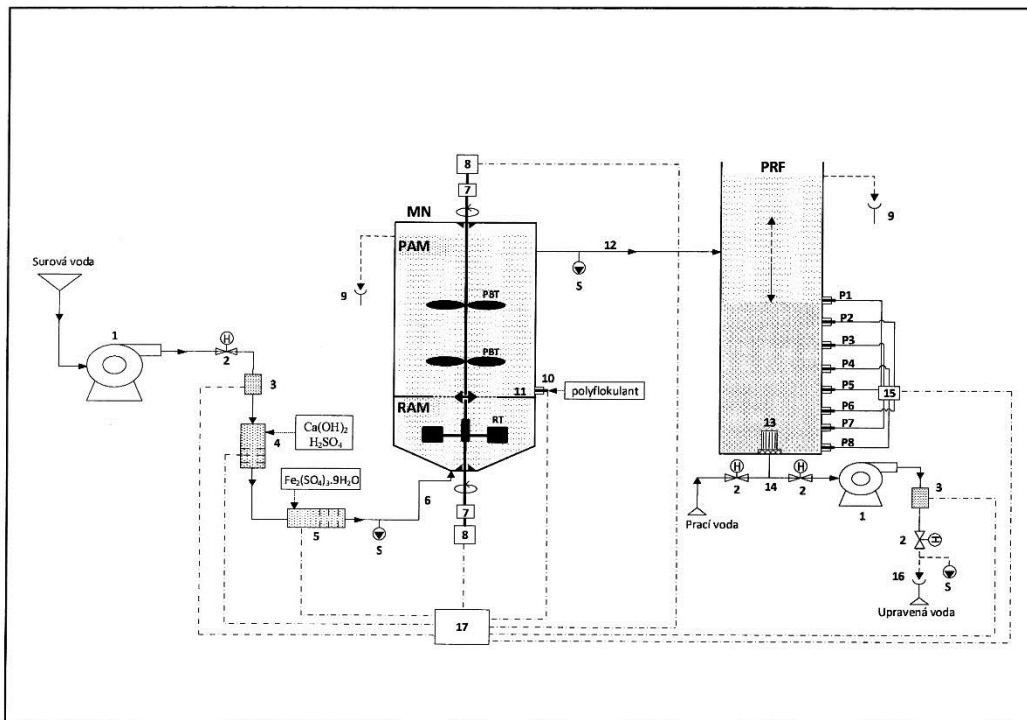
za děrovanou vestavbou oddělující prostor rychlého (RAM) a pomalého agregačního míchání (PAM) je umístěno zaústění pro dávkování polyflokulačního činidla.

5. Poloprovozní flokulační jednotka podle nároku 1 až 4, **se vyznačuje tím**, že za míchací nádrží (MN) je umístěn pískový rychlofiltr (PRF), který je osazen tlakovými sondami (P₁-P₈) pro měření tlakových ztrát při kolmataci pískového lože.

1 výkres

Seznam vztahových značek:

MN	- míchací nádrž
RAM	- rychlé agregační míchání
PAM	- pomalé agregační míchání
RT	- Rushtonova turbína
PBT	- pitch blade turbína
PRT	- pískový rychlofiltr
S	- odběrové místo
P ₁ -P ₈	- tlakové sondy
1	- čerpadlo
2	- regulační ventil
3	- průtokoměr
4	- homogenizér s dávkováním Ca(OH) ₂ /H ₂ SO ₄
5	- homogenizér s dávkováním koagulantu (destabilizačního činidla)
6	- nátok do míchací nádrže
7	- měřič krouticího momentu
8	- jednotka s proměnnou rychlostí
9	- přepad
10	- dávkování pomocného polyflokulantu
11	- děrovaná vestavba
12	- nátok na pískový filtr
13	- filtrační tryska
14	- odtok filtrátu
15	- záznam dat
16	- odtok upravené vody
17	- řídicí systém



Obr. 1