

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

34 584

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B01F 7/18

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2020-38085**
(22) Přihlášeno: **09.10.2020**
(47) Zapsáno: **24.11.2020**

- (73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
- (72) Původce:
prof. Ing. Tomáš Jirout, Ph.D., Praha 5, Zličín, CZ
Ing. Jiří Moravec, Ph.D., Chotěboř, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

- (54) Název užitého vzoru:
**Míchací zařízení obsahující nádobu a
alespoň jedno axiální míchadlo**

Míchací zařízení obsahující nádobu a alespoň jedno axiální míchadlo

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká míchacího zařízení obsahujícího nádobu a alespoň jedno axiální míchadlo sestávající z náboje, ke kterému jsou připojeny alespoň dvě lopatky. Je popsána konfigurace míchacího zařízení s optimalizovaným míchadlem s alespoň dvěma velkoplošnými diagonálně zaoblenými lopatkami. Zařízení je vhodné zejména při flokulačních a koagulačních procesech, které se využívají v oblasti čištění a úpravy vody. Míchadlo použité v zařízení je navrženo tak, aby bylo energeticky úsporné a vytvářelo vhodné cirkulační smyčky v nádobách při splnění požadavků na smyčkové rychlosti, které je třeba dodržet při procesech flokulace či koagulace.

15

Dosavadní stav techniky

V současné době jsou ve flokulačních nádržích úpraven vod používány různé druhy míchadel. Většinou se jedná o míchadla hydrodynamicky optimalizovaná, která jsou chráněna různými patenty či užitnými vzory. Tato míchadla mají tvar lopatek uzpůsoben tak, aby dosáhla vyšší čerpací účinnosti při stejném instalovaném výkonu pohonu míchadla. O problematice porovnání různých druhů těchto míchadel z hlediska procesu homogenizace a energetické a čerpací účinnosti pojednávají např. práce

Jirout, T., Rieger, F. Impeller design for mixing of suspensions. Chemical Engineering Research and Design. 2011, vol. 89, no. 7A, s. 1144-1151. ISSN 0263-8762.

Rieger, F., Jirout, T., Ceres, D., Mazoch, J. Homogenization and suspension efficiency of hydrofoil impeller TX 445. In: Proceedings 38th International Conference of Slovak Society of Chemical Engineering [CD-ROM]. Bratislava: Slovak Society of Chemical Engineering, 2011. ISBN 978-80-227-3503-2.

Rieger, F., Jirout, T., Ceres, D., Seichter, P. Homogenization and suspension efficiency of hydrofoil impeller TX 335. In: Ogólnopolskie Seminarium Mieszanie – Materiały Konferencyjne. Szczecin: Zapadopomorski Uniwersytet Technologiczny, 2011, s. 178-183. ISBN 978-83-7663-082-3.

Forť, I., Kysela, B., Jirout, T. Flow characteristics of axial high speed impellers. Inżynieria chemiczna i procesowa, 2010, roč. 31, č. 4, s. 661-679. ISSN 0208-6425.

Tvar lopatek míchadla je základním parametrem hlavního elementu míchacího zařízení, tedy míchadla. Základní typy míchadel, tj. hydrodynamicky neoptimalizovaná míchadla, mají tvar lopatek co nejjednodušší, přičemž důraz kladený na jednoduchost je dán požadavkem na snadnost a ekonomičnost výroby míchadel. Takovým míchadlem je např. šestilopátkové míchadlo se šikmo skloněnými lopatkami, jehož tvar a rozměry jsou dány např. oborovou normou CVS 69 1020. Toto míchadlo je často využíváno v odborné literatuře jako etalon pro porovnávání účinnosti míchadel. Pro zvýšení čerpací a energetické účinnosti míchadel používají výrobci míchadel různých tvarových úprav lopatek.

Při prvním stupni optimalizace dochází u lopatek míchadel k jejich jednoduchému tvarování např. lomením či zaoblením lopatky. Díky těmto úpravám se zlepšuje, tj. zrovnoměňuje, rychlostní profil na výtok z míchadla, klesá tvarový odpor míchadla a tím roste jejich energetická účinnost. Výhodou tohoto základního stupně homogenizace je to, že z hlediska výrobního procesu se stále jedná o míchadla snadno vyrobitelná. Tvar lopatek těchto míchadel totiž primárně vychází z obdélníkového tvaru lopatky míchadla se skloněnými lopatkami. Příkladem takového míchadla je např. míchadlo s tvarem lopatek dle bývalé oborové normy CVS 69 1043, míchadla TX445

a TX535 firmy TECHMIX nebo míchadlo A310 firmy Lightnin. Nevýhodou tohoto jednoduchého optimalizačního řešení je fakt, že při lomení či zaoblení lopatek klesá účinná plocha lopatek míchadla, a to tak nemusí plně využít energie pohonu při některých procesech odehrávajících se v míchané vsádce.

5

V dalším stupni optimalizace tvaru lopatek proto dochází k úpravě tvaru lopatek tak, aby se energetická účinnost co nejvíce zvýšila. Výrobci míchadel proto přišli s míchadly s velkoplošnými tvarovanými lopatkami, firma TECHMIX tedy např. navrhla míchadlo TX335, firma Lightnin typ A315, Ekato typ ISOJET B a Propeller, Chemineer typ HE-3. Výhoda spočívající ve zvýšení energetické účinnosti těchto míchadel je však vykoupena výrazně vyšší nákladovostí na výrobu míchadel, neboť geometrický tvar lopatek je často velmi problematický z hlediska technologie výroby míchadla. K nárůstu komplikací při výrobě míchadel se pak navíc přidává problém s dodržením geometrické podobnosti míchadel při zvětšování jejich velikosti pro různé druhy zařízení.

15

Podstata technického řešení

Uvedené nevýhody lze do velké míry snížit optimalizací tvaru lopatky míchadla tak, aby nebyl kladen důraz pouze na zvýšení energetické účinnosti míchadla, ale také na jeho snadnou vyrobitelnost a snížení lokálních špiček napětí na všech náběžných i odtokových hranách lopatek míchadla. Na základě tohoto přístupu bylo vytvořeno nové míchadlo s velkoplošnými lopatkami, které jsou diagonálně zaobleny.

Tvar lopatek vychází z lichoběžníku, u něhož jsou dvě kratší strany kolmé na jednu z dlouhých stran, přičemž tato dlouhá strana představuje náběžnou hranu lopatky míchadla a nejkratší strana představuje hranu, kterou je lopatka připojována k náboji. Při dané orientaci se pak ve směru od náboje míchadla lopatka rozšiřuje, a to zejména ve směru k odtokové hraně lopatky. To představuje výhodu z hlediska větší pŕodorysné plochy lopatky na vnějším obvodu míchadla.

30

Optimalizace tvaru lopatky míchadla spočívá v zaoblení lopatek, přičemž osa zaoblení lopatky je vedena diagonálně od rohu lopatky umístěného u standardizovaného náboje míchadla na náběžné hraně lopatky do opačného rohu na vnějším obvodovém průměru míchadla na odtokové hraně lopatky. Díky diagonálnímu zaoblení dochází ve směru od náboje míchadla k vnějšmu obvodu míchadla k postupnému snižování úhlu sklonu míchadla, přičemž zároveň platí, že úhel na náběžné hraně lopatky míchadla je vždy menší než úhel na odtokové hraně míchadla a také platí, že se tento úhel plynule mění ve směru axiálního posuvu po lopatce míchadla. Z technologických důvodů může být plynulé zaoblení lopatky řešeno náhradou několika lomeními plochy tak, aby vznikla obálka oblého tvaru lopatky, přičemž počet lomení lopatky je třeba uzpůsobit velikosti míchadla a při náhradě je důležité zachovat parametry úhlů sklonu lopatek zejména na náběžné a odtokové hraně na vnějším obvodu míchadla. Při této náhradě se úhel sklonu lopatky při axiálním posuvu po lopatce mění skokově.

Úhly na náběžných a odtokových hranách lopatek je třeba udržovat stejné zejména v případě zvětšování měřítka míchadla. Při něm totiž obvykle nedochází k odpovídajícímu zvětšování průměru náboje míchadla a při zachování čistě diagonálního směru zaoblení lopatek se pak tvar lopatek liší s velikostí míchadla, což není žádoucí. Je proto důležité správně volit směr osy diagonálního zaoblení v kombinaci s úhlem připevnění lopatek k náboji míchadla.

Aby došlo v maximální míře ke snížení špiček napětí na lopatkách míchadla, jsou oba konce lopatek na náběžné hraně, tj. rohy lopatek na vnitřním i vnějším průměru míchadla, a také roh na vnějším obvodu na odtokové hraně lopatky opatřeny zaoblením.

Celé míchadlo tedy sestává z náboje, ke kterému je připevněno po obvodu dva až šest diagonálně zaoblených lopatek. Míchadlo může být použito v nádobách různých pŕodorysných pŕůřezů

opatřených různými vestavbami. Může pracovat jak v centrálním, tak i excentrickém uspořádání se směrem čerpání ke dnu nebo k hladině, nebo může být použito jako boční míchadlo tedy s osou rotace protínající stěnu nádoby. Míchadlo může být použito i v kombinaci s vodicí trubicí, která zajistí lepší cirkulaci v případě rozměrných míchaných nádob. Směr čerpání kapaliny v případě použití vodicího válce může být opět jak ve směru ke dnu, tak i k hladině.

V nádobě může být umístěno jedno nebo více míchadel a to jak na jednom společném hřídeli, tj. etážové míchadlo – pro případ hlubokých nádrží, tak i na samostatných hřídelích, tj. vícenásobný míchací aparát – se společným směrem toku látky mezi jednotlivými míchadly. Míchadlo může být na společném hřídeli při etážovém uspořádání kombinováno i s jinými druhy míchadel.

Pro vlastní řešení úpravy a čištění vod je vhodné používat zejména nádoby válcové, obdélníkové nebo čtvercové. Válcové nádoby je třeba osadit dvěma až čtyřmi radiálními narážkami nebo v nich volit excentrické uspořádání míchadla bez narážky nebo s jednou narážkou. Míchadlo může pracovat v nádobách samostatně nebo může být umístěno ve vodicím válci. Ten musí být osazen ve vnitřním prostoru dvěma až čtyřmi radiálními narážkami. Směr čerpání míchadla může být ke dnu nádoby nebo k hladině nádoby, což je výhodné pro případ přidávání flokulantů či koagulantů na hladinu. Z hlediska dávkování flokulantů či koagulantů je však vhodnější zavést ústí dávkovací trubky pod hladinu míchané nádoby tak, aby se látky dostaly snadno do hlavního proudu míchadla. Výškové umístění míchadla ve vsádce se může lišit v závislosti na výšce hladiny a uspořádání míchacího aparátu, tj. samostatné míchadlo či míchadlo s vodicí trubicí. V případě vodicí trubky je její umístění pod hladinou a nade dnem voleno tak, aby nedocházelo ke škrcení průtoku látky k míchadlu nebo od něj.

Objasnění výkresů

Míchací zařízení podle tohoto technického řešení bude podrobněji popsáno na příkladech konkrétního provedení s pomocí přiložených výkresů, kde na obr. 1a je optimalizované míchadlo s diagonálně zaoblenými lopatkami a na obr. 1b s postupně lomenými lopatkami. Na obr. 2a je výchozí tvar lopatky míchadla v nárysu s diagonálním zaoblením a na obr. 2b s postupným lomením. Na obr. 3a je v bokorysu zaoblená lopatka a na obr. 3b je v bokorysu postupně lomená varianta tvarované lopatky. Na obr. 4a je v bokorysu navržené míchadlo se zaobleným tvarem lopatek a na obr. 4b s postupně lomeným tvarem lopatek. Na obr. 5a je půdorys navrženého míchadla se zaobleným tvarem lopatek a na obr. 5b s postupně lomeným tvarem lopatek. Na obr. 6 je míchací zařízení s centrálním uspořádáním míchadla. Na obr. 7 je míchací zařízení s excentrickým uspořádáním míchadla. Na obr. 8 je míchací zařízení s míchadlem ve vodicím válci s čerpáním k hladině.

Příklady uskutečnění technického řešení

Míchadlo optimalizované pro procesy čištění a úpravy vod se skládá z náboje 1 a dvou až šesti diagonálně zaoblených lopatek 2, které jsou připevněny k náboji 1 na krátké straně lopatky 2. Lopatky 2, jejichž výchozí tvar je lichoběžníkový, viz obr. 2, jsou diagonálně zaobleny. Osa 3 zaoblení je vedena z vnitřního rohu 4 lopatky 2 umístěného u standardizovaného náboje 1 míchadla na náběžné hraně lopatky 2 do opačného rohu 5 na vnějším obvodovém průměru míchadla na odtokové hraně lopatky 2. Při změně průměru náboje 1 míchadla oproti standardizovanému geometrickému uspořádání je dodržen směr osy zaoblení míchadel a mění se úhel připojení lopatek 2 na náboji 1 míchadla. Oba konce lopatek 2 na náběžné hraně, tj. vnitřní roh 4 i vnější roh 6 na náběžné hraně lopatek 2 a také roh 5 na vnějším obvodu na odtokové hraně lopatky 2 jsou zaobleny.

Zaoblení lopatky 2 může být z technologických důvodů nahrazeno pozvolným lomením lopatky 2 a to tak, aby vznikla obálka oblého tvaru lopatky 2. Počet lomení lopatky 2 je přitom třeba

uzpůsobit velikosti míchadla. Porovnání řezu lopatkou 2 při zaoblení a postupném lomení dle více os 3 je uvedeno na obr. 3b.

- 5 Míchadlo může být umístěno v nádobě centrálně jak je uvedeno na obr. 6 či excentricky, jak je uvedeno na obr. 7 s čerpáním směrem ke dnu nádoby nebo i k hladině vsádky. S výhodou také může být využito uspořádání s vodicím válcem, znázorněným na obr. 8, zde v uspořádání s čerpáním k hladině, může však být i ve variantě s čerpáním ke dnu nádoby.

- 10 Samotné míchadlo spadá do kategorie axiálních míchadel s tvarovanými lopatkami. Navržený tvar lopatek míchadla vykazuje srovnatelné nebo i nižší energetické nároky na míchání kapalin než výše popsaná hydrodynamicky optimalizovaná míchadla. S výhodou tedy může být jak míchadlo, tak celé zařízení použito i pro další procesy, např. při homogenizaci mísitelných kapalin, při míchání suspenzí, při intenzifikaci přestupu tepla v míchaném aparátu apod. S těmito procesy se lze setkat v chemickém, potravinářském, farmaceutickém průmyslu nebo v oblasti biotechnologií a dalších odvětvích zpracovatelského průmyslu.

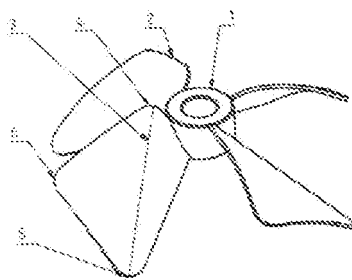
Průmyslová využitelnost

- 20 Optimalizované míchací zařízení primárně cílí na oblasti čištění a úpravy vod, ve kterých jsou využívány procesy flokulace či koagulace. Tyto procesy jsou náchylné na rozložení smykových napětí v oblasti míchadla. Navržené míchadlo je optimalizováno tak, aby předcházelo místům vzniku lokálních špiček těchto napětí.

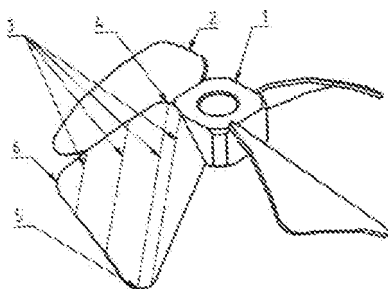
NÁROKY NA OCHRANU

1. Míchací zařízení obsahující nádobu a alespoň jedno axiální míchadlo sestávající z náboje (1),
5 ke kterému jsou připojeny alespoň dvě lopatky (2), **vyznačující se tím**, že výchozí tvar lopatky (2)
má tvar lichoběžníku, jehož dvě kratší strany jsou kolmé na jednu z dlouhých stran, přičemž tato
dlouhá strana představuje náběžnou hranu lopatky (2) míchadla a nejkratší strana představuje
hranu, kterou je lopatka (2) připojována k náboji (1), přičemž v konečné podobě jsou lopatky (2)
v diagonálním směru zakřiveny podél alespoň jedné osy (3) zakřivení.
- 10 2. Míchací zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že lopatky (2) jsou opatřeny diagonálním
zaoblením podél osy (3).
3. Míchací zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že lopatky (2) jsou opatřeny postupným
15 diagonálním lomením podél alespoň tří os (3) zakřivení, přičemž lomení je provedeno pro
vytvoření plochy odpovídající obálce plochy plynule zaoblené lopatky (2) míchadla.
4. Míchací zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že vnitřní roh (4)
a vnější roh (6) náběžné hrany lopatky (2) a roh (5) na odtokové hraně lopatky (2) na vnějším
20 průměru míchadla jsou zaobleny.
5. Míchací zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že je opatřeno až šesti
lopatkami (2).
- 25 6. Míchací zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že nádoba má
v půdorysu průřez vybraný ze skupiny kruh, čtverec a obdélník.
7. Míchací zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že míchadlo je
v nádobě uspořádáno centricky.
- 30 8. Míchací zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že míchadlo je
v nádobě uspořádáno excentricky.
9. Míchací zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že míchadlo je
35 umístěno ve vodicím válci.
10. Míchací zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že míchadlo má osu
rotace v kolmém směru na stěnu nádoby.
- 40 11. Míchací zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 10, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň
dvě míchadla umístěná na jedné hřídeli.

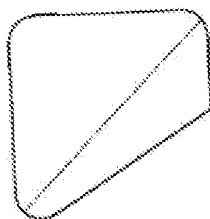
5 výkresů



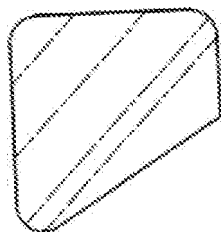
Obr. 1a



Obr. 1b



Obr. 2a



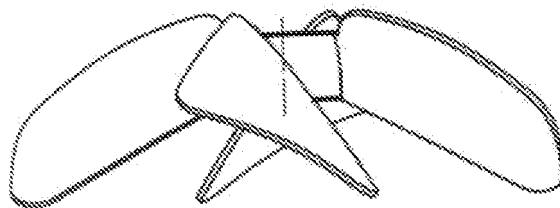
Obr. 2b



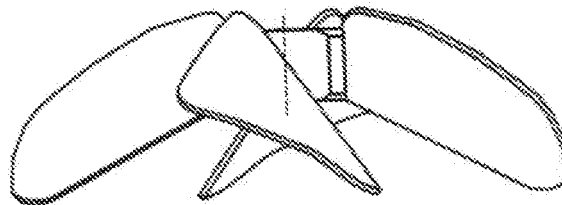
Obr. 3a



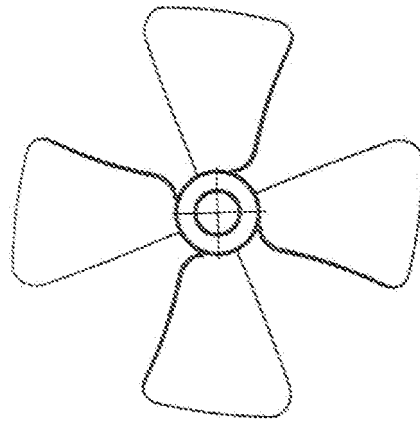
Obr. 3b



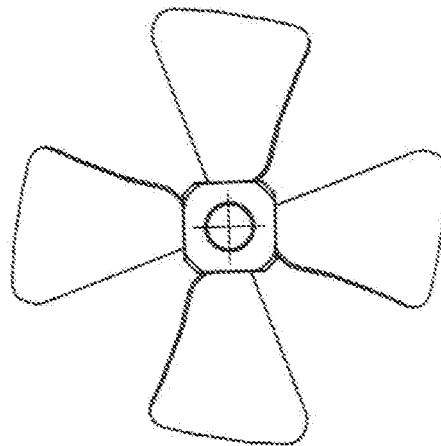
Obr. 4a



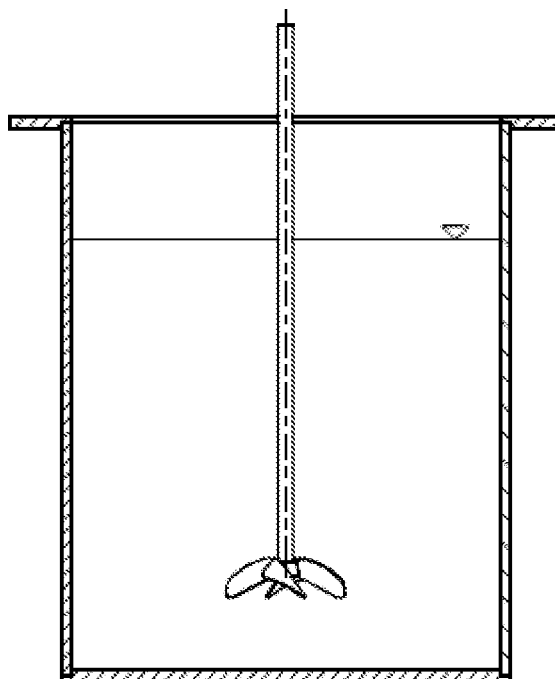
Obr. 4b



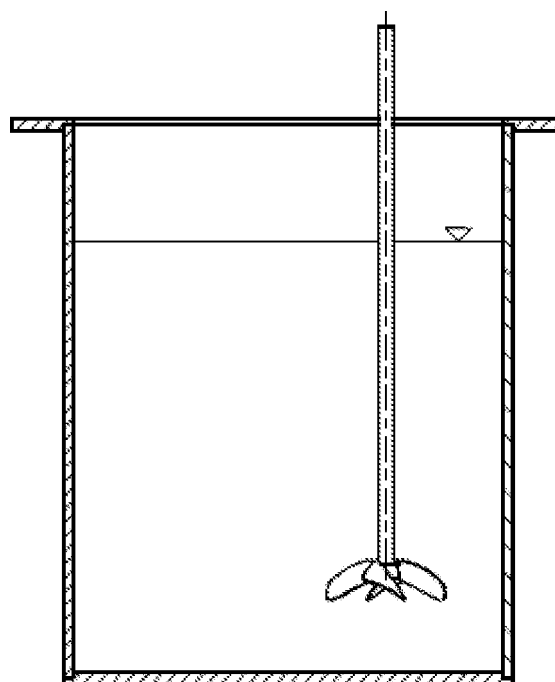
Obr. 5a



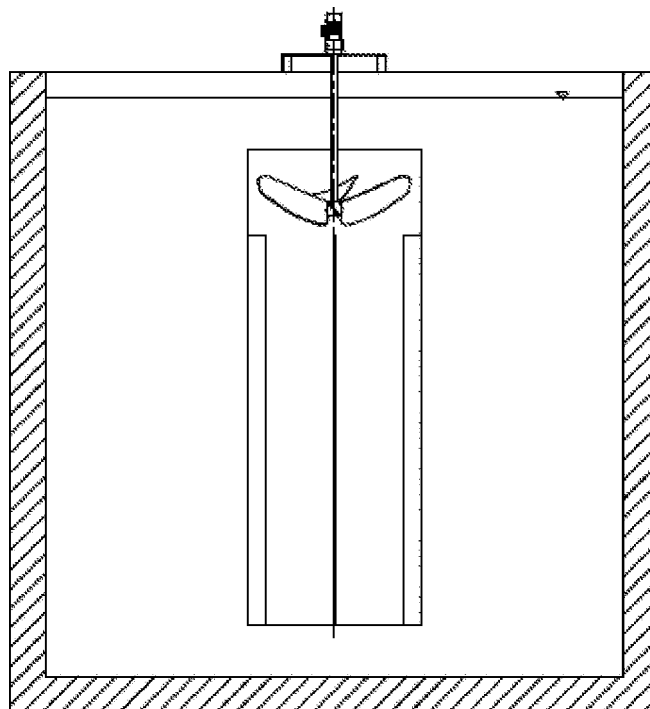
Obr. 5b



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8