

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

34 485

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B01F 3/14

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2020-37973**
(22) Přihlášeno: **14.09.2020**
(47) Zapsáno: **23.10.2020**

- (73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
Glanzstoff - Bohemia s.r.o., Lovosice, CZ
- (72) Původce:
prof. Ing. Tomáš Jirout, Ph.D., Praha 5, Zličín, CZ
Ing. Alexander Kolomiets, 169302 Uchta, RU
Ing. Dušan Kovač, Meziboří, CZ
Ing. David Mrázek, Lovosice, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

- (54) Název užitého vzoru:
**Zařízení pro dispergaci elastických nebo
viskoelastických částic a vloček ve viskózní
kapalně fázi**

Zařízení pro dispergaci elastických nebo viskoelastických částic a vloček ve viskózní kapalně fázi

5 Oblast techniky

V užitém vzoru je popsána konfigurace zařízení pro dispergaci směsí shluků částic nebo vloček vykazující elastické nebo viskoelastické chování ve viskózní kapalně fázi. Technologické řešení a zařízení umožní vytvářet disperze těchto částic o velikosti až řádu desetin mikrometru. Pro dispergaci je klíčové dosažení potřebných silových účinků pro rozpojení vločky, tj. překonání meze pevnosti.

15 Dosavadní stav techniky

V současné době je komerčně dostupné velké množství dispergačních zařízení. Nicméně z patentové a průmyslové rešerše bylo zjištěno, že tato zařízení se používají buď pro dezintegraci elastických částic, které nejsou rozptýleny v kapalině, nebo pro dispergaci viskoplastických částic či viskoelastických gelů v kapalině o viskozitě řádově do jednotek Pa.s. Tato zařízení není možné využít přímo pro dispergaci částic elastického nebo viskoelastického chování rozptýlených ve velmi viskózních látkách dokonce vykazujících neneutonské chování, nejčastěji viskoplastické. Většina průmyslových dispergačních zařízení pro dispergaci částic nebo kapek v kontinuální kapalině využívá silových účinků smykových a dynamických generovaných v kapalině při vysokorychlostním unášivém proudění v malé štěrbině mezi rotorem a statorem.

Pro průmyslové využití dispergátorů rotor-rotor je třeba porozumět a popsat mechanismus tvorby disperzi v těchto zařízeních. Většina prací používá jako modelovou látku disperzi voda-silikonový olej. Tyto disperze jsou nízkoviskózní, a tudíž k dispergaci dochází zejména vlivem účinků turbulentního proudění. Dispergátory rotor-stator mají širokou škálu provedení a geometrických konfigurací lišících se např. tvarem zubů, počtem slotů, počtem řad atd. Tato zařízení jsou často navrhována ad-hoc pro jednotlivé aplikace s využitím empirických postupů a zkušeností z předchozích aplikací. Vliv geometrie na mechanismus dispergace a procesní parametry dispergačních zařízení lze najít pouze pro procesy probíhající v turbulentním režimu proudění, např.

• H. H. Mortensen, F. Innings, A. Hakansson, "Local levels of dissipation rate of turbulent kinetic energy in a rotor-stator mixer with different stator slot widths – An experimental investigation" *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 130, pp 52-62, 2018.

• Utomo, M. Baker, A. W. Pacek, "The effect of stator geometry on the flow pattern and energy dissipation rate in a rotor-stator mixer" *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 87, pp 533-542, 2009.

Avšak pro vysoce viskózní disperze, kdy v zařízení dochází k laminárnímu toku, není možné najít prakticky žádná data a informace, která by umožnila návrh zařízení pro konkrétní aplikaci. Při laminárním režimu proudění má rozpad kapky, resp. shluků částic jiný mechanismus než při turbulentním proudění. Jedním z nejpravděpodobnějších mechanismů tvorby dispergované fáze je kombinace střihu a smyku

• G. I. Taylor, "The Formation of Emulsions in Definable Fields of Flow", *Proc. Roy. Soc.*, vol. 29, p. 71, 1879.

Smyk probíhá podél lopatek rotoru a statoru, zatímco na okraji, resp. hraně těchto segmentů dochází k prostému střihu. Z této práce, která byla potvrzena i novějšími studiemi, např.

- E. J. Windhab, M. Dressler, K. Feigl, P. Fischer, and D. Megias-Alguacil, "Emulsion processing - from single-drop deformation to design of complex processes and products." *Chemical Engineering Science*, 60, 2005.

5 plyne, že-částice/kapky s viskozitou větší než čtyřnásobnou, než má kontinuální fáze, tj. kapalina, není možné porušit pouze smykem, který vzniká v často využívaném principu založeném na silových účincích kapaliny na částici vyvolané vysokorychlostním unášivým prouděním kontinuální fáze ve velmi malé štěrbině mezi rotorem a statorem.

10

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny zařízením pro dispergaci elastických nebo viskoelastických částic a vloček ve viskózní kapalné fázi, podle tohoto technického řešení.
15 Jeho podstatou je to, že obsahuje chlazenou nádrž s jedním přívodem suroviny a druhým přívodem aditiva, ke které je přes čerpadlo připojen do cirkulační smyčky dispergátor s chlazením. Dispergátor sestává ze statoru a rotoru, které jsou na svých čelech opatřeny přerušovanými souosými sloty a zuby pro vytváření špiček střihového napětí na hranách. Čerpadlo je opatřeno vypouštěním.

20

Chlazená nádrž je s výhodou tvořena homogenizační nádrží nebo reaktorem s chlazením. Chlazení může být mezi čerpadlem a dispergátorem, nebo je součástí dispergátoru.

Přívod do dispergátoru je ve výhodném provedení v ose statoru a rotoru a odvod je radiální.

25

Na dosažení potřebných dispergačních účinků, tj. potřebných smykových a střihových sil pro dezintegraci visko-elastických shluků nebo vloček či vysoko viskózních kapek, v zařízení rotor-stator má vliv jeho geometrická konfigurace. Pro dosažení potřebných účinků mezi rotorem a statorem je třeba vytvořit minimální mezeru při maximální rychlosti pohybu rotoru.
30 Technologické řešení a zařízení umožní vytvářet disperze těchto částic o velikosti až řádu desetin mikrometru. Vlastní proces dispergace může být doprovázen i přenosem hmoty, tj. rozpouštění částic, nebo dokonce chemickou reakcí. Zařízení navíc musí zajistit odvod tepla vzniklého disipací mechanické energie v průběhu čerpání a zejména dispergace částic při jejich průchodu dispergační zónou a současně zajistit přestup tepla v souvislosti s procesem rozpouštění případně chemické reakce probíhající v disperzi. Pro dispergaci je klíčové dosažení potřebných silových účinků pro rozpojení vločky, tj. překonání meze pevnosti. Pro tento účel je možné využít dispergační zařízení typu stator-rotor, která jsou široce používána ve farmaceutickém, potravinářském, chemickém a příbuzném průmyslu.

40

Objasnění výkresů

Zařízení pro dispergaci elastických nebo viskoelastických částic a vloček ve viskózní kapalné fázi podle tohoto technického řešení bude podrobněji popsáno na konkrétním příkladu provedení
45 s pomocí přiložených výkresů, kde na Obr. 1. jedno provedení zapojení dispergátoru do cirkulační smyčky, přípravy surovin a chlazení a na Obr. 2 je druhé zapojení dispergátoru do cirkulační smyčky, přípravy surovin a chlazení. Na Obr. 3 je znázorněn stator a rotor dispergátoru v axonometrickém pohledu. Na Obr. 4 je znázorněn dispergátor v nárysu. Na Obr. 5 je znázorněno maximální napětí v dispergační zóně během rotace.

50

Příklady uskutečnění technického řešení

Příkladné zařízení pro dispergaci elastických nebo viskoelastických částic a vloček ve viskózní kapalné fázi obsahuje chlazenou nádrž 1 s jedním přívodem suroviny 6 a druhým přívodem 7
55

aditiva, ke které je přes čerpadlo 2 připojen do cirkulační smyčky dispergátor 3 s chlazením 5 a čerpadlo 2 je opatřeno vypouštěním 4. V jednom provedení je chlazená nádrž 1 tvořena homogenizační nádrží a ve druhém provedení je tvořena reaktorem s chlazením. Chlazení 5 dispergátoru 3 může být mezi čerpadlem 2 a dispergátorem 3, nebo je součástí dispergátoru 3.

5

Dispergátor 3 sestává ze statoru a rotoru, které jsou na svých čelech opatřeny přerušovanými souosými sloty a zuby pro vytváření špiček stříhového napětí na hranách. Přívod do dispergátoru 3 je v ose statoru a rotoru a odvod je radiální.

10

Jak bylo uvedeno výše, pro dezintegraci vysokoviskózních kapek či elastických částic ve viskózní kontinuální fázi je nutné vytvořit prostý stříh, který je možné nejúčinněji dosáhnout na hraně mezi zuby rotoru a statoru. Maximum tohoto stříhového napětí pak vzniká v okamžiku míjení se hrany zubu rotoru a statoru. Ukázka špiček takto dosaženého stříhového napětí je uvedena na obr. 5.

15

Z této představy je pak možné dojít k návrhu koncepce dispergačního zařízení pro tyto účely. Pro dispergaci elastických nebo viskoelastických částic ve velmi viskózní kapalině, které navíc může vykazovat neneutonské chování, je třeba koncipovat dispergátor 3 typu stator-rotor tak, aby byly minimalizovány zóny s prostým smykem, avšak naopak maximalizována místa, kde dochází ke stříhovému působení hran zubů na částice. Koncepce takového zařízení je znázorněna na obr. 3 a 4. Zařízení je možné vybavit počtem slotů a zubů dle požadovaného výkonu a požadovaného stupně dispergace, tj. změnou velikosti části mezi vstupem a výstupem. Zařízení musí být koncipováno tak, aby bylo možné dle požadavků na velikost částic na vstupu měnit velikost štěrbin mezi zuby. Tato štěrbina má za úkol deformovat částici, tj. její natažení a tím připravit částici na její dezintegraci, která nastává následně v okamžiku, kdy se dostane do místa s maximem stříhového napětí, tj. v okamžiku míjení se hrany zubu rotoru a statoru. Vzhledem k různé obvodové rychlosti na jednotlivých slotech zubů, kdy s rostoucím poloměrem jejich umístění roste i obvodová rychlost, a tím je dosaženo i rostoucího smykového a stříhového napětí, je vhodné směs přivádět v ose rotoru a statoru. Látka pak prochází postupně dispergačními zónami s rostoucím zatěžovacím napětím. Vzniklá disperze je pak odváděna radiálně ze zařízení.

25

30

V navrženém dispergátoru 3 je třeba, aby částice prošly několikrát přes dispergační zónu. Toho lze dosáhnout zapojením dispergátoru 3 do cirkulační smyčky. Znázornění zapojení celého dispergačního soustrojí je znázorněno na Obr. 1 a 2. Při vlastním procesu dispergace dochází ke značné disipaci mechanické energie a z tohoto důvodu je třeba systém intenzivně chladit. Suroviny jsou do systému dávkovány do homogenizační nádrže 1, nebo pokud probíhá současně i chemická reakce do reaktoru. Z důvodu homogenizace, intenzifikace přestupu hmoty, např. rozpouštění složek, nebo chemické reakce je třeba reaktor vybavit mechanickým míchadlem, které zajistí intenzivní cirkulaci v celé vsádce. Vzhledem k nutnosti intenzivního odvodu tepla je vhodné tuto nádrž 1 nebo reaktor vybavit duplikátorovým pláštěm pro chlazení vsádky. Disperze je objemovým čerpadlem 2 dopravována do cirkulační větve s navrženým dispergátorem 3, ve kterém při průchodu dispergačními zónami dochází k rozbíjení částic a shluků zejména vlivem stříhu. Z důvodu odvodu tepla vlivem disipace mechanické energie v dispergátoru 3 je nutné disperzi v obtoku intenzivně chladit. K tomu je možné využít buď vřazený výměník chlazení nebo rovnou koncipovat dispergátor 3 stator-rotor s kapalinou chlazeným státorem a statorovými zuby. Tato varianta je konstrukčně obtížnější, avšak je vhodná pro termolabilní látky, neboť odvod tepla probíhá přímo v místě disipace mechanické energie.

Průmyslová využitelnost

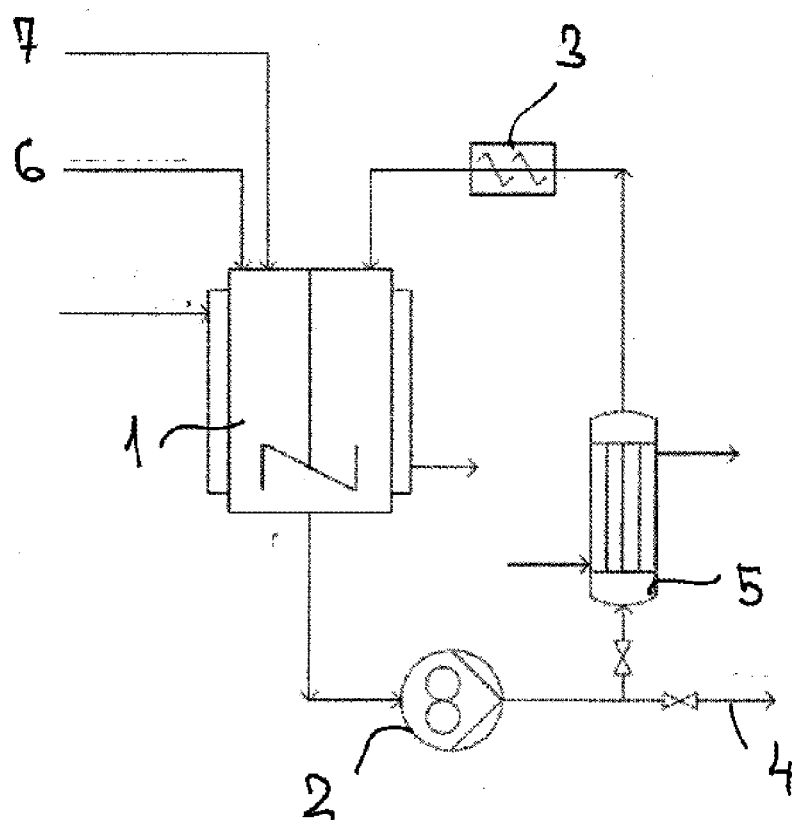
50

Zařízení podle tohoto technického řešení nalezne uplatnění pro dispergaci elastických nebo viskoelastických částic a vloček ve viskózní kapalně fázi.

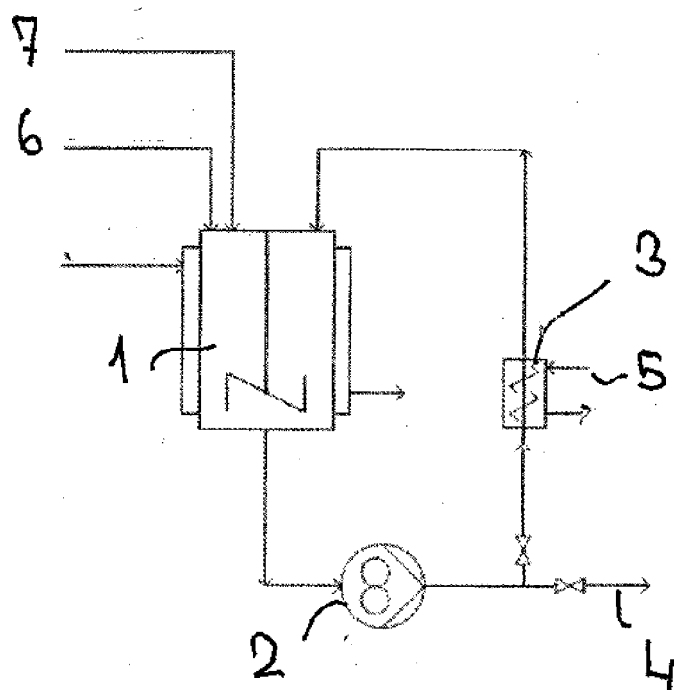
NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Zařízení pro dispergaci elastických nebo viskoelastických částic a vloček ve viskózní kapalně fázi, **vyznačující se tím**, že obsahuje chlazenou nádrž (1) s jedním přívodem (6) suroviny a druhým přívodem (7) aditiva, ke které je přes čerpadlo (2) připojen do cirkulační smyčky dispergátor (3) s chlazením (5), přičemž dispergátor (3) sestává ze statoru a rotoru, které jsou na svých čelech opatřeny přerušovanými souosými sloty a zuby pro vytváření špiček střihového napětí na hranách a čerpadlo (2) je opatřeno vypouštěním (4).
- 10 2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že chlazená nádrž (1) je tvořena homogenizační nádrží.
- 15 3. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že chlazená nádrž (1) je tvořena reaktorem s chlazením.
4. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že chlazení (5) je mezi čerpadlem (2) a dispergátorem (3).
- 20 5. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že chlazení (5) je součástí dispergátoru (3).
- 25 6. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že přívod do dispergátoru (3) je v ose statoru a rotoru a odvod je radiální.

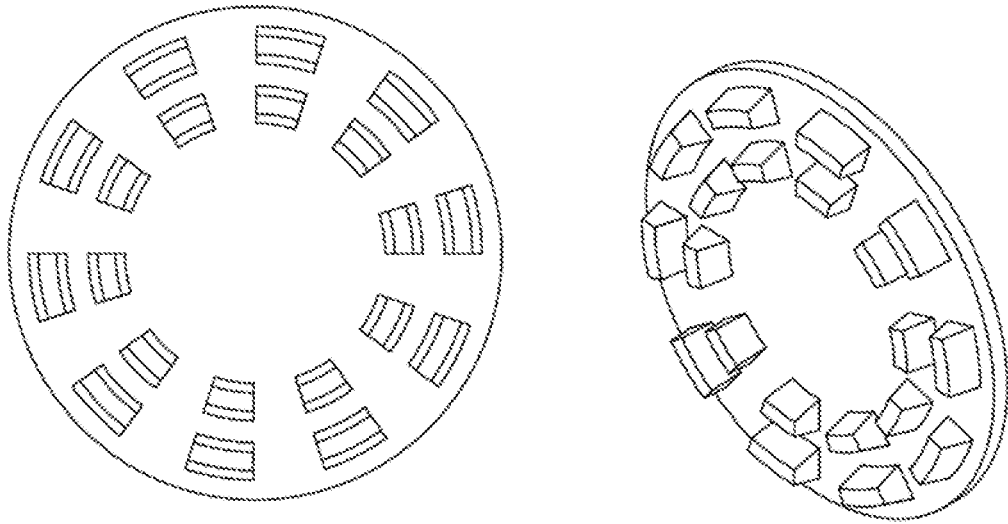
3 výkresy



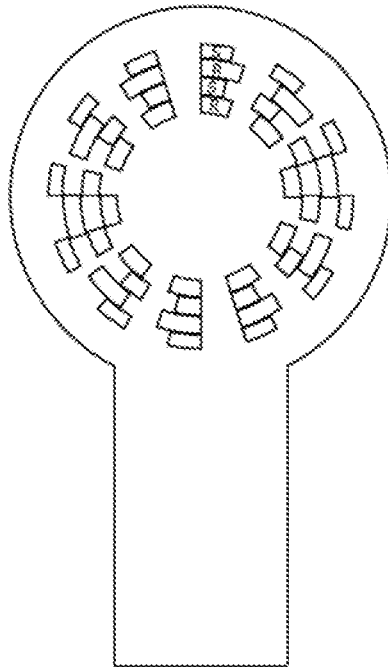
Obr. 1



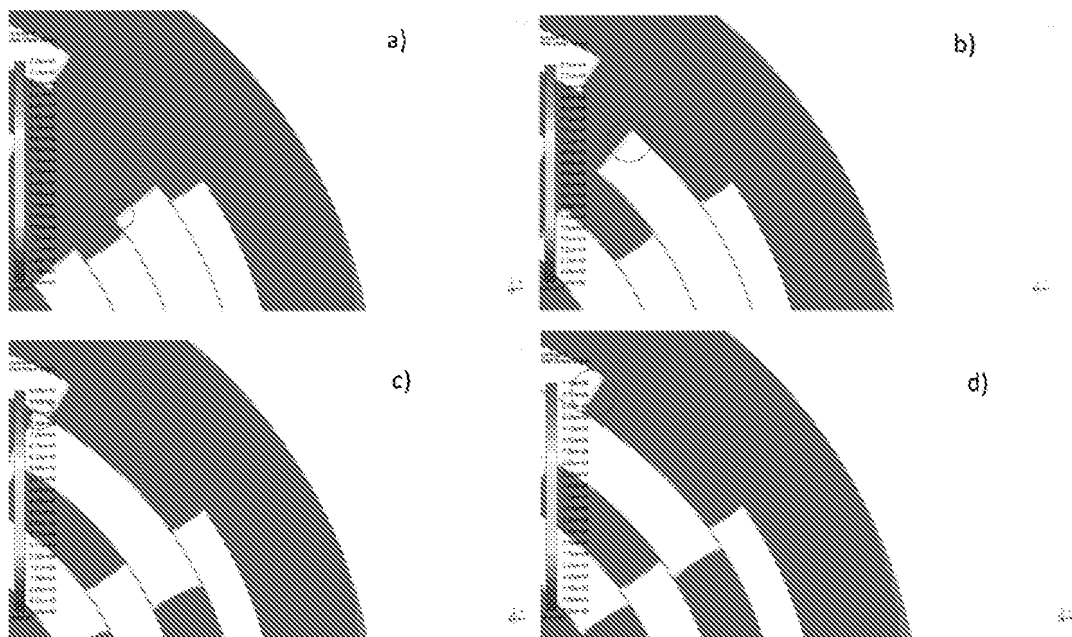
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5