



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 20 06 80  
(21) (PV 4384-80)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>

B 01 J 8/08

(40) Zveřejněno 30 06 81

(45) Vydáno 15 07 84

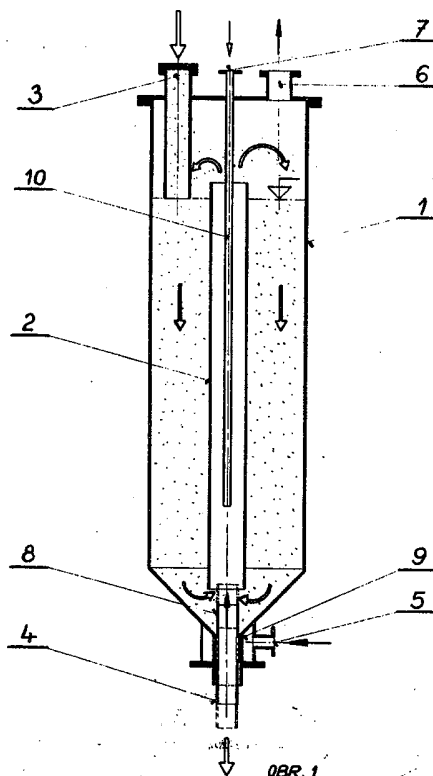
(75)

Autor vynálezu

BLAŽEK JIŘÍ ing., FALLADA MIROSLAV, SEZIMOVO ÚSTÍ, SÜSSER OTAKAR ing.,  
TÁBOR

(54) Způsob působení tekutiny na pohybující se pevné částice a zařízení  
k provádění tohoto způsobu

Vynález řeší výměnu energie nebo hmoty mezi tekutinou a částicemi pevných látek, s nimiž se tekutina přímo stýká. Tohoto účelu se dosahuje tím, že tekutina vynáší částice pevných látek z mělkého lože a dopravuje je svislou trubicí vzhůru, kde se rychlost tekutiny sníží tak, že částice se po vnějším obvodu trubice sesypají, a trvale tek obnovují mělké lože pod trubicí. Takto jsou všechny částice trvale udržovány v pohybu a působení tekutiny na částice je velmi intenzivní. Zařízení lze sestavit jako sériově řazené jednotky a provozovat kontinuálně. Vynález lze použít při sušení práškovitých a granulovaných materiálů, pro chemické reakce plynů na granulovaných katalyzátorech, pro zaprašování granulátů pigmenty a pro homogenizaci práškovitých látek.



Vynález se týká způsobu působení tekutiny, zpravidla plynu, na pevné částice, při kterém jsou pevné částice v trvalém pohybu a trvalém styku s tekutinou a vzájemný kontakt probíhá v několika zónách, a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Působení tekutiny na pevné částice se řeší různými způsoby a na různých zařízeních jako proces výměny hmoty a energie. Příklady tohoto působení jsou sušení, homogenizace pevných částic, chemické reakce plynů na pevných katalyzátorech, povrchové zaprašování granulovaných hmot pigmenty nebo práškovými pomocnými látkami a podobně. Způsoby, jimiž se působení tekutiny na pevné částice provádí, řeší technická praxe různým nastavením vzájemného pohybu tekutiny a pevných částic a to buď tak, že pevné částice tvoří nepohyblivou vrstvu, jíž tekutina prostupuje, nebo pohybující se tekutina udržuje pevné částice ve vznosu ve fluidní vrstvě, případně se vytváří pohybující se tekutinou tryskající vrstva pevných částic.

Zařízení pro provádění těchto způsobů jsou rozmanitá a jsou řešena pro přerušovaný nepřetržitý, případně smíšený provoz. Působení tekutiny na nepohyblivou vrstvu pevných částic je v důsledku malé vzájemné rychlosti málo intenzivní, takže probíhající děj je pomalý a v důsledku toho, že pevné částice nevykazují vzájemný pohyb, může docházet k jejich spékání či slepování. Postupy a zařízení, využívající fluidizace pevných částic protékající tekutinou, umožňují dosáhnout vysoké rychlosti probíhajícího děje a omezují nebezpečí aglomerace nebo slepování pevných částic, vyžadují však velké přepravované množství tekutiny, tedy i složitější a energeticky náročné aparáty na dopravu tekutiny. Při vyšších vrstvách fluidní vrstvy se vytvářejí různé poruchy, jako pístování, tunelování apod.

Využitá tryskající vrstva a provoz fluidní vrstvy je spojen s vysokou tlakovou ztrátou; je známo při sušení pevných částic, způsob je možno posuzovat jako přechod mezi zpracováním pevných částic v nepohyblivé vrstvě a ve vrstvě fluidizované včetně hodnocení předností a nedostatků, jimiž jsou nižší rychlost probíhajícího děje ve srovnání s procesem fluidním a výrazně vyšší nárok na potřebu energie než při sušení nepohyblivé vrstvy pevných částic daný vysokou ztrátou tlaku tekutiny při tvorbě tryskající vrstvy, dále v pohybu je trvale jen část pevných částic.

Nevýhody uvedených řešení působení tekutin na pevné částice odstraňuje způsob působení tekutiny na pohybující se pevné částice podle vynálezu, jehož podstatou je, že tekutina proudící nad úletovou rychlostí pevných částic, unáší v první zóně tyto částice, ve druhé zóně se pevné částice po snížení rychlosti tekutiny oddělují a vlastní hmotností ve třetí zóně postupují na vstup do první zóny. Podstatou zařízení podle vynálezu je svislá nádoba opatřená uvnitř směšovací trubicí a tryskou, která je vzhledem k směšovací trubicí sousedá. V horním víku nádoby je hrdlo pro odvod tekutiny a hrdlo pro přívod pevných částic v dolním dnu nádoby je kombinovaný uzávěr, umožňující jednak vypuštění pevných částic ze zařízení, jednak vstup tekutiny do zařízení.

Řešením podle vynálezu je dosaženo trvalého pohybu pevných částic v celém zařízení a trvalého styku všech částic s tekutinou při relativně malé spotřebě energie používané tekutiny. Též potřebný tlak tekutiny je v porovnání s fluidní nebo tryskající vrstvou menší, což umožňuje použít běžných ventilátorů. Způsob a zařízení podle vynálezu je možné použít jak při šaržovitém, tak nepřetržitém provozu a k nejrůznějším účelům, jako např. ohřev a sušení pevných částic, sušení a práškování pastovitých hmot, k provádění reakcí v tekutině nebo v tuhé fázi, k homogenizaci, k povrchovému zaprašování a barvení apod.

Vzhledem k tomu, že pevné částice jsou v první zóně v intenzivním pohybu a při oddělování od tekutiny ve druhé zóně na sebe narážejí, je zabráněno slepování a aglomeraci částic, ke kterému dochází např. při sušení a krystalizaci amorfních makromolekulárních látek v nepohyblivé vrstvě pevných částic. Stejně provedené unifikované stupně je možné řadit do série nad sebe, kde pro nepřetržitý provoz zabezpečí tzv. pístový postup částic zařízením

bez podélného promíchání, přičemž celá série stupňů má pouze jeden přívod a jeden odvod tekutiny a celkový postup pevných částic a tekutiny je protiproudý.

Oproti fluidní vrstvě je řešením podle vynálezu zajištěna možnost pracovat s velkými výškami vrstvy pevných částic, při kterých by ve fluidní vrstvě docházelo k nežádoucím anomáliím, např. kanálování a pístování apod. Rozdělením celého procesu působení tekutiny na pevné částice podle vynálezu do jednotlivých zón je možné dosáhnout přesného určení celého procesu. Vzhledem k nepřetržitému pohybu pevných částic a tekutiny se dosahuje zrychlení procesů výměny tepla a hmoty, zvláště ve srovnání s nepohyblivou vrstvou pevných částic, což poskytuje možnost intenzifikovat procesy, eventuálně zmenšovat potřebná zařízení.

Na výkresech jsou znázorněny dva příklady zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu, kde na obr. 1 je svislý osový řez jednostupňovým zařízením určeným pro šaržovitý provoz a na obr. 2 je opět svislý osový řez dalším příkladným provedením třístupňového zařízení podle vynálezu, které je určeno i pro nepřetržitý provoz.

Zařízení podle obr. 1 je sestaveno ze svislé nádoby 1, v níž je soustředně uchycena směšovací trubice 2. Na víku nádoby 1 je umístěno násypné hrdlo 3, hrdlo pro přídavky 7 a hrdlo 6 pro odvod plynu. Odvod 4 částic pevných látek ze zařízení je ve svislém směru posuvný a navazuje na trysku 8, jíž vstupuje plyn do zařízení. Kónické dno nádoby 1 je opatřeno kombinovaným uzávěrem 9 s hrdlem 5 pro přívod plynu. Kombinovaným uzávěrem 9 prochází tryska 8 spojená s odvodem granulí 4. Hrdlo pro přídavky 7 vyúsťuje trubicí pro přídavky 10 do směšovací trubice 2.

Zařízení podle obr. 2 je sestaveno ze svislé nádoby 1, v níž jsou soustředně uchyceny v uspořádání pod sebou tři směšovací trubice 2. Pod každou směšovací trubicí 2 je uchycen oddělovací kotouč 11 a do každé směšovací trubice 2 ústí trubice 10 pro přídavky opatřená vně nádoby 1 hrdlem 7 pro přídavky. Na vnitřní straně nádoby 1 jsou vodorovně uchyceny vymezovací prstence 12, které jsou umístěny nad jednotlivými oddělovacími kotouči 11. Na víku nádoby 1 je násypné hrdlo 3 a hrdlo 6 pro odvod plynu. Dno nádoby 1 je opatřeno odvodem 4 pevných částic a hrdlem 5 pro přívod plynu, které ústí do trysky 8 v ose nádoby 1 pod nejnižším oddělovacím kotoučem.

Účinnost postupu podle vynálezu dokládají dále uvedené příklady.

#### P ř í k l a d 1

Na zařízení podle obr. 2 se v sérii tři členů s průměrem nádoby 300 mm a celkovou výškou 2 000 mm a světelným průměrem směšovacích trubic 100 mm byl vzduchem o vstupní teplotě 140 °C sušen polyesterový granulát s charakteristikou velikostí zrna 3 mm a s počáteční vlhkostí 0,4 %. Granulát byl do zařízení plynule dodáván v množství 25 kg/h a plynule odváděn z nejnižšího členu. Množství procházejícího sušícího vzduchu bylo 0,20 m<sup>3</sup>/s a tlaková ztráta vzduchu při průchodu zařízením byla 2 800 kPa. Vlhkost vystupujícího vysušeného granulátu byla 0,002 %. Slepování granulí nebylo pozorováno. Nebylo nutné provádět krystalizaci před sušením, tak jak je potřebné při provozu na stacionárních vakuových nebo horkovzdušných sušárnách.

#### P ř í k l a d 2

Na stejném zařízení jako v příkladu 1 byl sušen polypropylenový granulát s obsahem cca 20 % vápence a s charakteristickou velikostí zrna 5 mm a počáteční vlhkostí 3,5 %. Množství procházejícího sušícího vzduchu bylo 0,24 m<sup>3</sup>/s jeho vstupní teplota 90 °C a odpovídající tlaková ztráta byla 2 500 kPa. Zařízením plynule procházelo 60 kg/h granulátu, jehož vlhkost po sušení poklesla na 0,02 %. Granulát byl velmi dobře zpracovatelný technologií lisostříku při výrobě strukturálně tvarovaných plastů.

## Příklad 3

Na zařízení podle obr. 1 byla vzduchem sušena vodná suspenze polyesterového prášku kašovitě konzistence s obsahem 40 % sušiny. Zařízení bylo vyplněno skleněnými kuličkami průměru 2 mm v množství 0,12 m<sup>3</sup>. Průměr nádoby byl 300 mm, výška 1 800 mm. Průměr směšovací trubice byl 100 mm a její délka 1 400 mm, průtočné množství vzduchu 0,30 m<sup>3</sup>/s, přetlak na vstupu do zařízení byl 2 500 kPa. Do směšovací trubice byla trvale dávkována suspenze polyesterového prášku zubovým čerpadlem hrdlem pro přídavky v množství 12 kg/h. Se vzduchem opouštějícím zařízení byl unášen vysušený polyesterový prach s vlhkostí 0,25 %, který byl zachycován na tkaninovém filtru. Práškový produkt se používá pro svůj velký aktivní povrch jako sorbční činidlo. Ve srovnání s původní technologií odpadlo dlouhé sušení suspenze, mletí a práškování sušiny.

## Příklad 4

Zařízení podle obr. 1 se stejnými rozměry jako v příkladu 3 bylo použito k dopolykondenzaci polyesterového granulátu s charakteristickým rozměrem 2 mm. Do zařízení bylo nasypano 0,13 m granulátu, jehož počáteční polykondenzační stupeň byl charakterizován hodnotou limitního viskozitního čísla 0,08 m<sup>3</sup>/kg. Zařízením protékal dusík se vstupní teplotou 240 °C při průtočném množství 0,2 m<sup>3</sup>/s, dusík opouštějící zařízení byl recirkulován zpět do vstupní trysky. Po 5 hodinách provozu byla v granulátu nalezena hodnota limitního viskozitního čísla 0,103 m<sup>3</sup>/kg (obě limitní čísla byla stanovena v roztoku fenol-tetrachlorethan 1:3). Ve srovnání s dopolykondenzací za vakua byl získán velmi rovnoměrný produkt. Ohřev i vlastní dopolykondenzace proběhly v cca poloviční době než při vakuovém provozu.

Postup a zařízení má řadu dalších, v příkladech neuvedených možností využití. Postupným přidáváním dalšího druhu pevných částic během několika "oběhů" základní vsázky lze různé látky účinné a rychle homogenizovat. Postupu podle vynálezu je možné využít i k chlazení pevných částic, které je právě tak účinné, jako ohřev a sušení. Postupem podle vynálezu je možné dosáhnout rovnoměrného rozložení různých přísad, např. plniv, barviv, stabilizátorů, do základní náplně pevných částic, nanesení těchto složek na povrch pevných látek je možné též s výhodou provádět přiváděním suspenze těchto látek hrdlem pro přídavky nebo se vstupním plynem.

Přitom je možné provádět současně odpaření nosných kapalin. Postup a zařízení je možné využít k separaci částic různých velikostí nebo částic s rozdílnými pádovými rychlostmi a též k odprášení a zbevení drobných nečistot pevné částice. Zařízení může být zařazeno jako součást pseudopřevy pevných částic, kde může plnit všechny dříve popsané funkce. V případě, že je k dispozici tekutina s vyšším tlakem, je možné její vstup zúžit a dosáhnout v tomto místě ejekčního účinku. Postup tekutiny i pevných částic všemi třemi zónami je v tomto případě souprůdný. Jednotlivé členy je možné řadit též vedle sebe, což je výhodné zvláště v případech, že je k dispozici zdroj tekutiny s menším tlakem a velkým množstvím.

Pro zvláštní případy hydraulického třídění, extrakcí a podobně může být používanou tekutinou kapalina, nejčastěji voda, nebo kapalná rozpouštědla. Další velmi rozsáhlou oblastí využití je heterogenní katalýza v plynné fázi, kde katalyzátor na nosiči vytváří pohybující se pevné částice a v procházejícím plynu dochází na velkém obměňovaném povrchu k chemickým reakcím.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob působení tekutiny na pohybující se pevné částice, vyznačující se tím, že tekutina, proudící v první zóně rychlostí vyšší než je úletová rychlost pevných částic, vynáší tyto částice do druhé zóny, v níž se při poklesu rychlosti tekutiny pod rychlost vznosu pevných částic tyto od tekutiny oddělí a vstupují do třetí zóny, ve které se pohybují vlastní hmotností na vstup do první zóny, přičemž první a třetí zóna jsou odděleny a ve třetí zóně působí tekutina na pevné částice protiproudě při rychlosti nižší, než je rychlost potřebná pro vznos pevných částic, a průchod pevných částic třemi činnými zónami tvořícími jeden člen se děje opakovaně.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že pracovní trojice zón se dva až desetkrát v sérii opakují, přičemž tekutina prochází postupně jednotlivými trojicemi zón a pevné částice mezi jednotlivými pracovními trojicemi zón vykazují pohyb vzhledem k tekutině protiproudě.

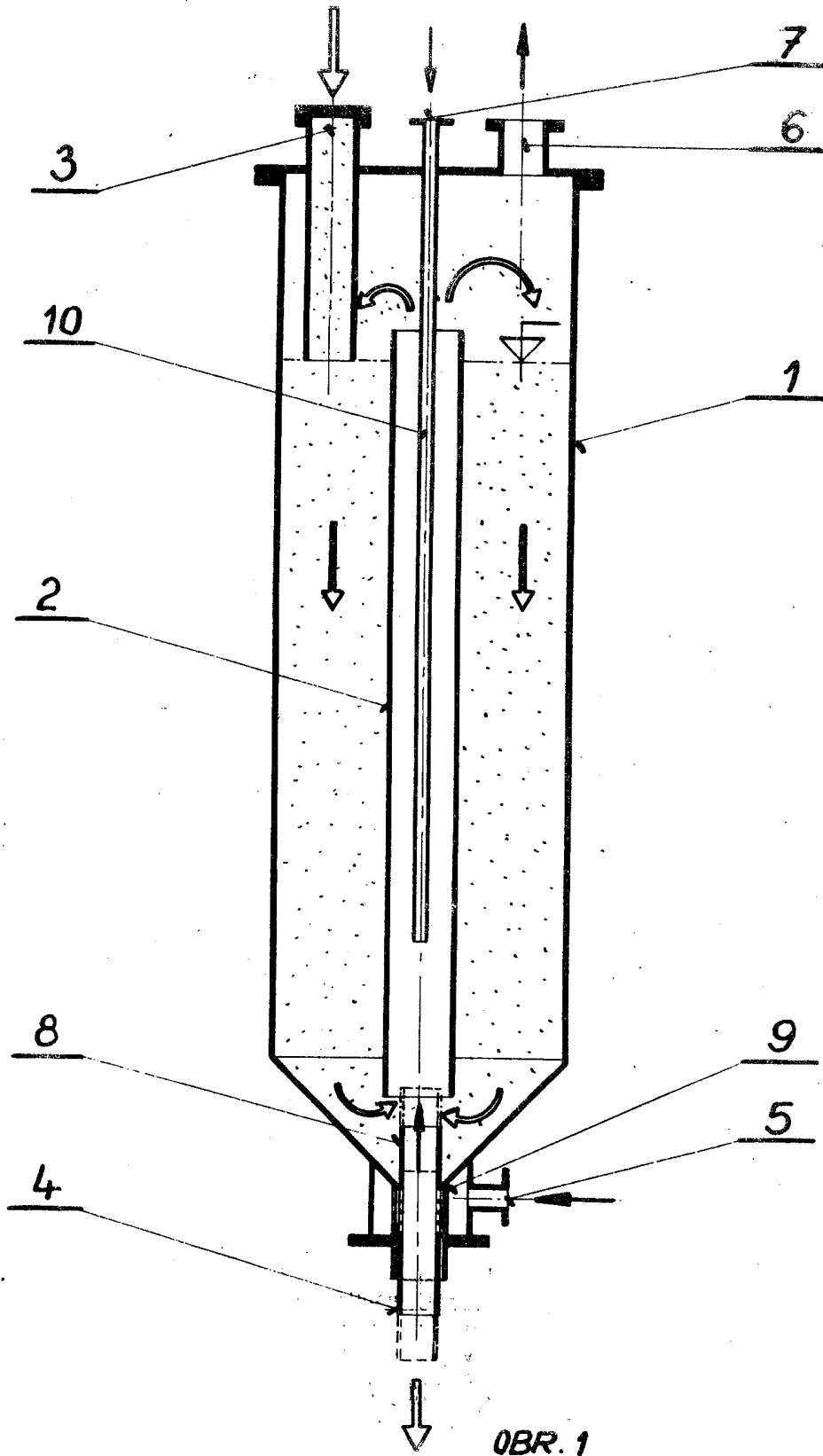
3. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačující se tím, že je tvořeno svislou nádobou (1) opatřenou uvnitř směšovací trubicí (2), jejíž světlý průměr je roven  $\frac{1}{10}$  až  $\frac{1}{2}$  vnitřního průměru nádoby (1), a tryskou (8) souose uloženou vzhledem k směšovací trubicí (2), přičemž víko nádoby (1) je opatřeno hrdlem (6) pro odvod tekutiny a násypovým hrdlem (3), a spodní, s výhodou kónické dno je opatřeno kombinovaným uzávěrem (9) s odvodem (4) pevných částic a hrdlem (5) pro přívod tekutiny.

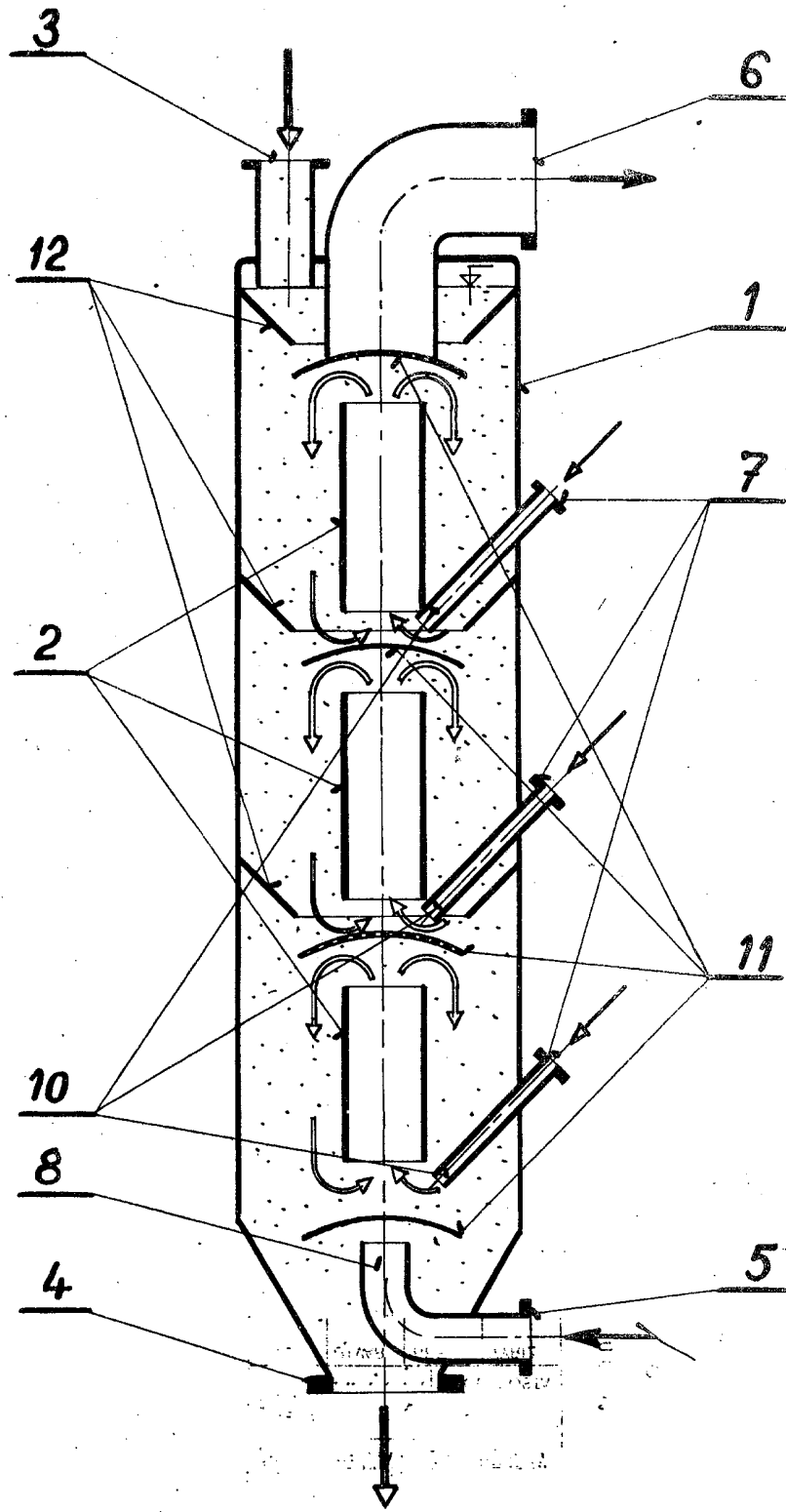
4. Zařízení podle bodu 3, vyznačující se tím, že do směšovací trubice (2) zasahuje trubice (10) pro přidávky, opatřená vně nádobou (1) hrdlem (7) pro přidávky.

5. Zařízení a provádění způsobu podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že je tvořeno svislou nádobou (1) opatřenou na víku násypným hrdlem (3) a hrdlem (6) pro odvod tekutiny a ve spodním, s výhodou kuželovém dnu odvodem (4) pevných částic a hrdlem (5) pro přívod tekutiny spojeným s tryskou (8), v níž jsou nad sebou umístěny směšovací trubice (2), jejichž světlý průměr je roven  $\frac{1}{10}$  až  $\frac{1}{2}$  vnitřního průměru nádoby (1), a pod každou směšovací trubicí (2) je umístěn oddělovací kotouč (11), přičemž v úrovni spodních konců směšovacích trubic (2) je nádoba (1) opatřena vymešovými prstenci (12).

6. Zařízení podle bodu 5, vyznačující se tím, že nádoba (1) je opatřena hrdly (7) pro přidávky nepojenými na trubice (10) pro přidávky, které ústí do prostoru mezi spodní konec směšovacích trubic (2) a oddělovací kotouče (11).

2 listy výkresů





OBR. 2