



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 235 746

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní prioritita
(22) Přihlášeno 18 05 82
(21) PV 3619-82

(11)

(B1)

(51) Int. Cl. B 01 F 3/14

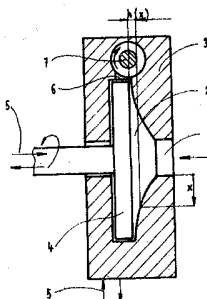
(40) Zveřejněno 13 08 84
(45) Vydáno 01 12 86

(75)

Autor vynálezu SVOBODA PAVEL ing.,
MOJŽIS MIROSLAV ing.,
MIKES ALOIS,
VILÍM OTAKAR ing. Csc.,
BOBOVSKÝ JAROSLAV ing.,
ŠMATLOVÁ TATIANA ing., GOTTWALDOV

(54) Způsob dispergování práškových přísad v kapalných polymerních materiálech a zařízení k provádění tohoto způsobu

Vynález se týká způsobu dispergování práškových přísad, zejména ztužujících plniv se sklonem k aglomeraci částic, v kapalných polymerních materiálech a dále zařízení k provádění tohoto způsobu. Způsob dispergování spočívá v tom, že se přiváděná směs kapalně polymerní složky a práškových přísad zpracovává za konstantního nebo ve směru toku směsi rostoucího smykového namáhání v rotační sbíhavé šterbině a alespoň jednou rotující stěnou. Pokles smykového namáhání, způsobený snižováním viskozity směsi v důsledku jejího postupného ohřevu diasipovaným teplem při průchodu šterbinou, je kompenzován postupným zvyšováním gradientu rychlosti ve šterbině, zabezpečeným především zmenšováním šířky šterbiny ve směru toku směsi. Je výhodné, aby křivka vyjadřující zmenšování šířky šterbiny byla adekvátní ke křivce poklesu viskozity s rostoucí teplotou - tzn. nejlépe exponenciála. Zařízení k provádění způsobu sestává ze statoru a rotoru, tvarovaných tak, aby povrchy dutiny tělesa statoru a tělesa rotoru vymezovaly alespoň jednu rotační sbíhavou šterbinu, zužující se, s výhodou exponenciálně, ve směru od vstupního k výstupnímu otvoru. Hlavní výhodou způsobu a zařízení podle vynálezu je ve srovnání se současným stavem techniky podstatně vyšší výkon a menší přehřívání směsi.



Vynález se týká způsobu dispergování práškových přísad, zejména ztužujících plniv se sklonem k aglomeraci částic, v kapalných polymerních materiálech a dále zařízení k provádění tohoto způsobu.

Dosažení optimálních vlastností polymerních směsí je podmíněno dokonalým a rovnoměrným rozptýlením práškových přísad v celém objemu dané směsi. Požadavek dokonalé a rovnoměrné dispergace je pak obzvláště důležitý zejména u ztužujících plniv, kde stupeň dispergace podstatně ovlivňuje míru ztužujícího účinku plniv ve směsi. U vysoce viskózních elastomerů, používaných běžně v gumárenském průmyslu lze splnění tohoto požadavku zabezpečit obecně známými a provozně používanými technologiemi míchání a dispergace na kalandrech, v hnětičích, případně ve šnekových vytlačovacích strojích. Obtížnější je dispergace plniv v kapalných polymerních materiálech - např. reaktivních telechelických polymerech. Smykové namáhání působící ve výše uvedených dispergačních zařízeních nestačí totiž v relativně nízkoviskózním prostředí k potřebnému rozbití aglomerátů částic plniv a v důsledku toho není dosažený stupeň dispergace dostačující. Z tohoto důvodu jsou pro dispergování práškových přísad v kapalných polymerech navrhovány různé speciální technologické postupy a zařízení.

Většina popsaných postupů a zařízení k tomuto účelu je založena na principu mnohonásobného kontaktu zpracovávané směsi s pohybujícími se kovovými elementy nebo na principu jejího mnohonásobného průchodu úzkými štěrbinami. Jsou známa např. zařízení sestávající ze soustavy za sebou umístěných kuželových

nebo jiných ložisek, které se odvalují po vhodně tvarované nepohyblivé ploše. Přiváděná směs kapalného polymeru s hrubě dispergovanými práškovými přísadami postupně prochází mezi ložisky a statickou plochou, čímž dochází k roztírání aglomerátů částic práškových přísad. Výsledný efekt je obdobný jako při zpracování směsi na třecím tříválcí. Dalšími doporučovanými zařízeními jsou bezšnekové hnětiče, v nichž je směs zpracovávána ve štěrbině mezi plochým hladkým čelem rotoru a talířovým státorem. Směs se přivádí na obvod rotoru a vystupuje v ose rotace, obvykle otvorem statoru, odkud může být dále odváděna šnekem.

Pro dispergování práškových přísad v kapalných polymerních materiálech jsou používány rovněž různé typy koloidních mlýnů. Vzhledem k tomu, že se ale jedná převážně o stroje pracující s vysokým počtem otáček rotoru a viskozity kapalných polymerních směsí jsou podstatně vyšší než viskozity nízkomolekulárních médií, ve kterých se obvykle koloidní mletí provádí, dochází v těchto mlýnech často k nežádoucímu přehřívání směsi.

Na podobném principu jako koloidní mlýny je založeno rovněž zařízení sestávající ze statoru a rotoru tvaru komolého kužele. Materiál je do pracovní štěrbiny, vymezené povrchy tělesa rotoru a tělesa statoru, přiváděn vstupním otvorem umístěným v ose dutiny statoru, v oblasti jejího minimálního průměru a vystupuje na obvodu v oblasti maximálního průměru dutiny statoru. Stator i rotor jsou ve vstupním pásmu opatřeny klínovitě vybíhajícími drticími drážkami, které postupně směrem k výstupnímu pásmu přecházejí v hladkou třecí plochu. Vzhledem k tomu, že vrcholový úhel kužele tělesa rotoru je stejný jako vrcholový úhel kužele dutiny statoru, má pracovní štěrbinu po celé délce toku materiálu stejnou šířku, přičemž její velikost lze nastavit axiálním posouvením rotoru.

Podstatnou nevýhodou postupů a zařízení založených na principu mnohonásobného kontaktu zpracovávané směsi s pohyblivými se kovovými elementy nebo na principu jejího mnohanásobného průchodu úzkými štěrbinami je to, že směs je vystavena

potřebnému smykovému namáhání jen na nepatrné části dráhy svého toku zařízením. Rozmáčkнутé aglomeráty částic práškových přísad tak nemají možnost roztrhat se na jednotlivé částice, resp. menší shluky částic, které by byly v další fázi obklopeny polymerním materiálem.

Tato nevýhoda je částečně odstraněna u zařízení pracujících na principu koloidních mlýnů, popř. různých dalších speciálně upravených zařízení pracujících na analogickém principu. Společnou nevýhodou všech těchto zařízení, resp. obecně řešeno nevýhodou stávajícího způsobu dispergování, je však to, že směs je ihned na vstupu do úzké pracovní štěrbině velmi intenzivně namáhána maximálním smykovým napětím. To způsobí, že v důsledku ohřevu dissipovaným teplem prudce vzroste teplota směsi a prudce poklesne její viskozita. Poněvadž k dokonalé dispergaci částic práškových přísad směsi dojde jen tehdy, jsou-li aglomeráty částic vystaveny dostatečně dlouho alespoň určitému minimálnímu smykovému napětí, je vzhledem k tomu, že smykové napětí závisí na viskozitě a gradientu rychlosti v daném místě štěrbině, výsledkem prudkého poklesu viskozity směsi to, že účinná dispergace proběhne pouze ve vstupním pásmu štěrbině. V dalších částech štěrbině má totiž směs již tak nízkou viskozitu, že nelze dosáhnout ani minimálního smykového napětí potřebného k účinné dispergaci. U zařízení s tělesem rotoru i dutinou tělesa statoru tvaru komolého kužele sice v důsledku nárustu obvodové rychlosti se zvětšujícím se poloměrem rotoru vzrůstá ve směru toku směsi štěrbinou gradient rychlosti, tento vzrůst gradientu však nemůže zvýšit smykové napětí natolik, aby kompenzoval jeho pokles způsobený snížením viskozity. Proto ani u tohoto zařízení nelze zabezpečit účinnou dispergaci práškových přísad na celé délce pracovní štěrbině. Aby bylo na stávajících zařízeních dosaženo vyhovujícího stupně dispergace, je nutno snižovat hmotnostní průtok směsi a zvyšovat intenzitu chlazení. Pak ale klesá efektivnost výroby, protože výkon zařízení je malý a vynakládaná energie se z velké části mění v teplo, které se dále nevyužívá. Nadměrný ohřev - ve stávajících typech zařízení má vystupující směs teplotu 180-200 °C - může navíc způsobit i degradaci polymerního materiálu.

Výše uvedené nevýhody odstraňuje způsob dispergování práškových přísad v kapalných polymerních materiálech a zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu. Podstatou způsobu dispergování podle vynálezu je to, že se přiváděná směs kapalně polymerní složky a práškových přísad zpracovává za konstantního nebo ve směru toku směsi rostoucího smykového namáhání v rotační sbíhavé štěrbině s alespoň jednou rotující stěnou. Pokles smykového namáhání, způsobený snižováním viskozity směsi v důsledku jejího postupného ohřevu dissipovaným teplem při průchodu štěrbinou, je kompenzován postupným zvyšováním gradientu rychlosti ve štěrbině ve směru toku směsi. Postupné zvyšování gradientu rychlosti může být dáno jednak s poloměrem štěrbiny rostoucí obvodovou rychlostí a jednak - v převážné míře - ve směru toku směsi se zmenšující šířkou štěrbin. Je výhodné, aby křivka, podle níž se zmenšuje šířka štěrbin, byla adekvátní ke křivce poklesu viskozity s rostoucí teplotou směsi. Vzhledem k tomu, že závislost viskozity na teplotě je u kapalných polymerních materiálů exponenciální, splňuje tento požadavek nejlépe exponenciální křivka daná rovnicí

$$h(x) = C \cdot \exp(-Dx) + E$$

kde x je délková souřadnice ve směru toku směsi štěrbinou, $h(x)$ je šířka štěrbin v místě dané délkovou souřadnicí x , C, D, E jsou parametry geometrie štěrbin, jejichž velikost závisí na zpracovávané směsi, a které je možno blíže specifikovat následovně:

C je konstanta odpovídající frekvenčnímu faktoru z rovnice teplotní závislosti viskozity zpracovávané směsi,

D je konstanta odpovídající aktivační energii z rovnice teplotní závislosti viskozity zpracovávané směsi,

E je lineární přírůstek k profilu štěrbin konstantní ve směru souřadnice x , který určuje diferenci mezi vstupní a výstupní teplotou zpracovávané směsi.

Podstatou zařízení k provádění výše uvedeného způsobu je to, že sestává ze statoru a rotoru, tvarovaných tak, aby pracovní část dutiny tělesa statoru a pracovní část tělesa rotoru vymezovaly svými povrchy alespoň jednu rotační sbíhavou štěrbinu, jejíž šířka se zmenšuje, s výhodou exponenciálně, ve směru od místa ústí vstupního otvoru k místu ústí výstupního otvoru.

Hlavní výhodou způsobu a zařízení podle vynálezu je ve srovnání se současným stavem techniky to, že zabezpečením konstantního nebo rostoucího smykového namáhání ve směru toku směsi pracovní štěrbinou umožňují účinnou dispergaci na celé délce štěrbin. V důsledku toho lze při zachování stejného stupně dispergace, vnějších rozměrů a hmotnosti zařízení i množství vynakládané energie zvýšit velmi podstatně - např. až trojnásobně - hmotnostní průtok směsi, charakterizující výkon zařízení. Navíc se při správném seřízení všech vstupních parametrů pracuje na celé délce štěrbin pouze s minimálními smykovými napětími nutnými k zabezpečení účinné dispergace, čímž je odstraněno nežádoucí přehřívání směsi dissipovaným teplem v důsledku nadměrného smykového namáhání ve vstupním pásmu štěrbin. Tím se samozřejmě též do značné míry odstraňují ztráty související s přeměnou velké části vynakládané energie v dále nevyužitě teplo.

K bližšímu objasnění podstaty vynálezu slouží následující příklady praktického provedení; příklady různých konstrukcí zařízení podle vynálezu jsou schematicky znázorněny na přiložených výkresech, kde představuje

obr.1 - podélný řez zařízením s rotorem ve tvaru disku a dutinou statoru ve tvaru prostorového útvaru vzniklého rotací exponenciály,

obr.2 - podélný řez zařízením s dutinou statoru ve tvaru komolého kužele a rotorem ve tvaru prostorového útvaru vzniklého rotací exponenciály,

obr.3 - podélný řez zařízením se zdvojeným rotorem i statorem.

Příklad 1

Na obr. 1 je schematicky znázorněno zařízení k provádění způsobu podle vynálezu, které sestává ze statoru 3 a rotoru 4. Pracovní část dutiny tělesa statoru má tvar prostorového útvaru vzniklého rotací exponenciální křivky s maximální hodnotou v ose dutiny, orientovaného tak, že jeho poloměr roste ve směru od axiálně umístěného vstupního otvoru 1 k radiálně umístěnému

výstupnímu otvoru 6. V oblasti výstupního otvoru přechází popsaný prostorový útvar ve válcovou část dutiny tělesa statoru. V této válcové části dutiny je uložen diskový rotor 4, jehož čelo a povrch pracovní části dutiny tělesa statoru vymezují rotační sbíhavou šterbinu 2. Výstupní otvor 6 ústí do komory odváděcího šneku 7. Rotor i stator jsou opatřeny systémem kanálků pro cirkulaci chladicího média - znázorněno šipkami 5. Velikost šířky šterbiny lze regulovat axiálním posouváním rotoru 4.

Směs kapalně polymerní složky a práškových přísad se přivádí do vstupního otvoru 1 a je rozpracovávána v rotační sbíhavé šterbině 2, jejíž šířka $h(x)$ se exponenciálně zmenšuje ve směru toku směsi x . Z výstupního otvoru 6 je směs odebírána odváděcím šnekem 7.

Výhodou zařízení podle obr. 1 je maximální možný nárůst obvodové rychlosti na diskovém rotoru, napomáhající nárustu gradientu rychlosti ve šterbině a možnost velmi účinného chlazení. Oba tyto faktory mají pozitivní vliv na výkon zařízení.

Příklad 2

U zařízení podle obr. 2 má pracovní část dutiny tělesa statoru 3 tvar komolého kužele, který je charakterizován vrcholovým úhlem α a je orientován tak, že jeho poloměr roste ve směru od axiálně umístěného vstupního otvoru 1 k radiálně umístěnému výstupnímu otvoru 6. V oblasti výstupního otvoru přechází kuželovitá část dutiny tělesa statoru ve válcovou. Pracovní část tělesa rotoru 4 má tvar prostorového útvaru vzniklého rotací exponenciální křivky, vepsaného kuželi geometricky podobnému kuželovité části dutiny tělesa statoru. Povrchová přímka kužele je tečnou k exponenciále v jejím počátečním bodě; kolmá vzdálenost mezi touto povrchovou přímkou a exponenciálou roste ve směru povrchové přímky až k maximální hodnotě v průsečíku exponenciály s osou kužele - vrchol prostorového útvaru. Povrchy pracovních částí dutiny tělesa statoru a tělesa rotoru pak vymezují rotační sbíhavou šterbinu 2. Výstupní otvor 6 ústí do komory odváděcího šneku 7. Rotor i stator jsou opatřeny systémem

kanáleků pro cirkulaci chladicího média - znázorněno šipkami 5. Velikost šířky štěrbin lze regulovat axiálním posouváním rotoru 4.

Směs kapalné polymerní složky a práškových přísad se přivádí do vstupního otvoru 1, je zpracována v rotační sbíhavé štěrbině 2 a z výstupního otvoru 6 odebírána odváděcím šnekem 7.

Výhodou zařízení podle obr. 2 je ve srovnání se zařízením podle obr. 1 jeho snadnější výroba.

Vzhledem k tomu, že zařízení podle obr. 2 se nejvíce podobá klasickému zařízení s kuželovým rotorem a kuželovou dutinou tělesa statoru, vymezujícími svými povrchy štěrbinu konstantní šířky, které představuje dosavadní stav techniky, byl na těchto dvou zařízeních proveden srovnávací pokus. Stejná směs telechelického polymeru, obsahující jako ztužující plnivo saze, byla dispergována jednak na klasickém dispergačním zařízení - s kuželem dutiny statoru i kuželem tělesa rotoru o vrcholovém úhlu 45° a konstantní šířkou štěrbin 0,73 mm a jednak na zařízení podle vynálezu - viz. obr. 2. Toto zařízení mělo dutinu tělesa statoru o rozměrech stejných jako zařízení klasické, rovněž vrcholový úhel α byl shodný - měl velikost 45° . Šířka štěrbin $h(x)$ se v souladu s výše uvedeným vztahem řídila rovnicí

$$h(x) = 11,5 \cdot \exp(-0,04897 x) + E,$$

kde parametr E představoval hodnotu, o kterou bylo možno zvětšit šířku štěrbin konstantně po celé délce l axiálním posuvem rotoru. V konkrétním konstrukčním uspořádání bylo tuto hodnotu možno měnit v intervalu od 0 do 1 mm. Z rovnice je zřejmé, že při $E = 0$ byla vstupní šířka štěrbin $h(x_0)$ 11,5 mm a výstupní šířka štěrbin byla dána hodnotou exponenciální funkce v místě $x = l$, v našem případě, při $l = 80$ mm, byla $h(l)$ rovna 0,23 mm. Při srovnávacím pokusu byla hodnota parametru E nastavená na 0,5 mm, tzn. že vstupní šířka štěrbin $h(x_0)$ pak byla 12 mm a výstupní šířka štěrbin $h(l)$ byla 0,73 mm, tedy stejná jako konstantní šířka štěrbin u zařízení klasického.

Výsledky srovnávacího pokusu jsou shrnuty v následující tabulce:

Sledované faktory		Postup přípravy směsi		
		bez dispergace	s dispergací na klasickém zařízení	s dispergací na zařízení podle vynálezu
podmínky dispergace	hmotnostní průtok směsi zařízením [kg/hod.]	-	5	15
	maximální obvodová rychlost rotoru [m/s]	-	1	1
vlastnosti připravené surové směsi	hmotnostní % částic sazí, prošlé sítím s velikostí ok 36 μ m	35	92	95
Vlastnosti vulkanizátu ze směsi připraveného	Pevnost v tahu [MPa]	8,4	18,0	22,0
	Tažnost [%]	220	380	420
	Průtažnost [%]	18	7	7
	Modul 100% [MPa]	4,0	3,23	3,0
	Tvrdost [°Sh]	67	62	60

Příklad 3

235 748

Na obr. 3 je znázorněno zařízení podle příkladu 2, které má zdvojen stator 3 i rotor 4 tak, že mají tvar symetrický podle roviny vedené kolmo k ose rotace v místě osy vstupního otvoru 6. Pracovní části dutiny tělesa statoru a pracovní části tělesa rotoru vymezují pak svými povrchy dvě samostatné rotační sbíhavé štěrby 2, do kterých je směs přiváděna radiálními vstupními otvory 1. Společný výstupní otvor 6 je opatřen odváděcím šnekem 7. Rotor i stator jsou obdobně jako v předchozích příkladech chlazeny cirkulací chladicího média - znázorněno šipkami 5.

Výhodou tohoto uspořádání je ve srovnání s předchozími příklady vzájemná kompenzace axiálních sil daných odporem zpracovávaného materiálu ve štěrbině, které působí na rotor.

Ve všech příkladech byla popsána zařízení s exponenciálně se zužující rotační štěrbinou, poněvadž se jedná ve smyslu výše uvedených zdůvodnění o nejvýhodnější variantu. Ve srovnání se současným stavem techniky však přinesou prospěch ve formě vyššího účinku všechny typy zařízení, resp. obecně řešeno způsob výroby, charakterizované prováděním dispergace práškových přísad v kapalných polymerních materiálech v rotační sbíhavé štěrbině, bez ohledu na její přesný tvar. K dispergaci lze použít např. i rotační štěrbinu klínového profilu (např. mezi dvěma kuželi s rozdílným vrcholovým úhlem), parabolicky nebo hyperbolicky se zužující štěrbinu a pod.

Je zřejmé, že přesný tvar štěrby - vstupní šířka i průběh šířky ve směru toku směsi - je dán vlastnostmi zpracovávané směsi. Proto je při navrhování parametrů štěrby nutno z těchto vlastností, konkrétně z teplotní závislosti viskozity, směsi vycházet. Poněvadž však přesný matematický popis není pro množství dalších vlivů, které při dispergaci působí možný, nebo by byl alespoň velmi obtížný, je nezbytné upřesnit vždy hrubě navržený model štěrby experimentálně. Tím jsou pak parametry štěrby optimalizovány pro danou směs. Pokud je na stejné štěrbině třeba dispergovat jinou směs o jiných vlastnostech, než

pro které byla konstruována, lze potřebné poměry ve štěrbině upravovat změnou počtu otáček, změnou teploty chladicího média, popř. změnou turbulence jeho toku. Konkrétní typy zařízení podle příkladů 1 a 2 jsou navíc řešeny tak, aby bylo možno axiálním posouváním rotoru měnit šířku štěrbiny o po celé její délce konstantní hodnotu E .

Vezmeme-li dále v úvahu obdobný průběh závislosti viskozity na teplotě u většiny materiálů, které připadají pro zpracování v úvahu, lze tedy říci, že poměry na štěrbině s již konkrétní konstrukcí je možné přizpůsobit i pro jiný druh směsi, než pro který byla konstruována.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

235 748

Způsob dispergování práškových přísad v kapalných poly-

1. merních materiálech, zejména dispergování ztužujících plniv se sklonem k aglomeraci částic,

vyznačený tím, že se přiváděná směs kapalné polymerní složky a práškových přísad zpracovává za konstantního nebo ve směru toku směsi rostoucího smykového namáhání v rotační sbíhavé štěrbině s alespoň jednou rotující stěnou, přičemž pokles smykového namáhání, způsobený snižováním viskozity směsi v důsledku jejího postupného ohřevu dissipovaným teplem při průchodu štěrbinou, je kompenzován postupným zvyšováním gradientu rychlosti ve štěrbině ve směru toku směsi.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že pokles smykového namáhání je kompenzován tím, že se šířka štěrbin ve směru toku směsi zmenšuje podle exponenciální rovnice

$$h(x) = C \cdot \exp(-Dx) + E$$

kde x je délková souřadnice ve směru toku směsi štěrbinou, $h(x)$ je šířka štěrbin v místě daném délkovou souřadnicí x , C, D, E jsou parametry geometrie štěrbin, jejíž velikost závisí na vlastnostech zpracovávané směsi, a které jsou blíže vymezeny takto - C je konstanta odpovídající frekvenčnímu faktoru z rovnice teplotní závislosti viskozity zpracovávané směsi, D je konstanta odpovídající aktivační energii z rovnice teplotní závislosti viskozity zpracovávané směsi, E je lineární přírůstek k profilu štěrbin konstantní ve směru souřadnice x , který určuje diferenci mezi vstupní a výstupní teplotou zpracovávané směsi.

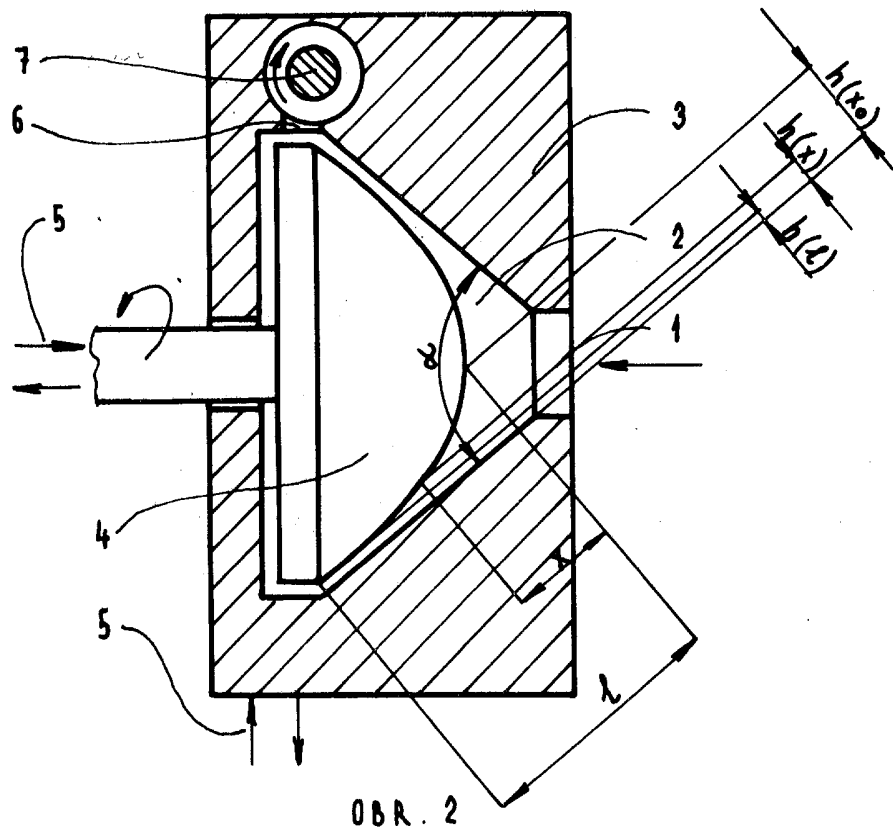
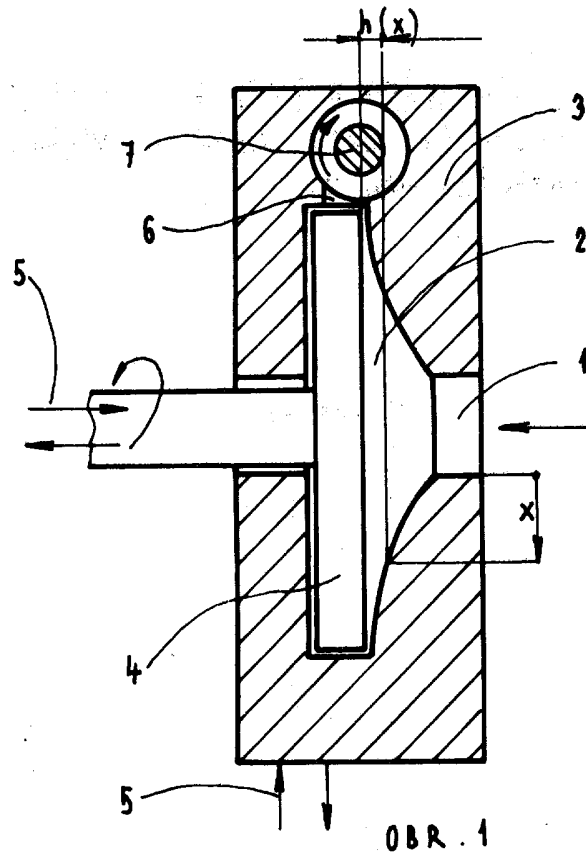
3. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačené tím, že sestává ze statoru (3) a rotoru (4), tvarovaných tak, aby pracovní část dutiny tělesa statoru a pracovní část tělesa rotoru vymezovaly svými povrchy alespoň jednu rotační sbíhavou štěrbinu (2), jejíž šířka se zmenšuje ve směru od místa ústí vstupního otvoru (1) k místu ústí výstupního otvoru (6).

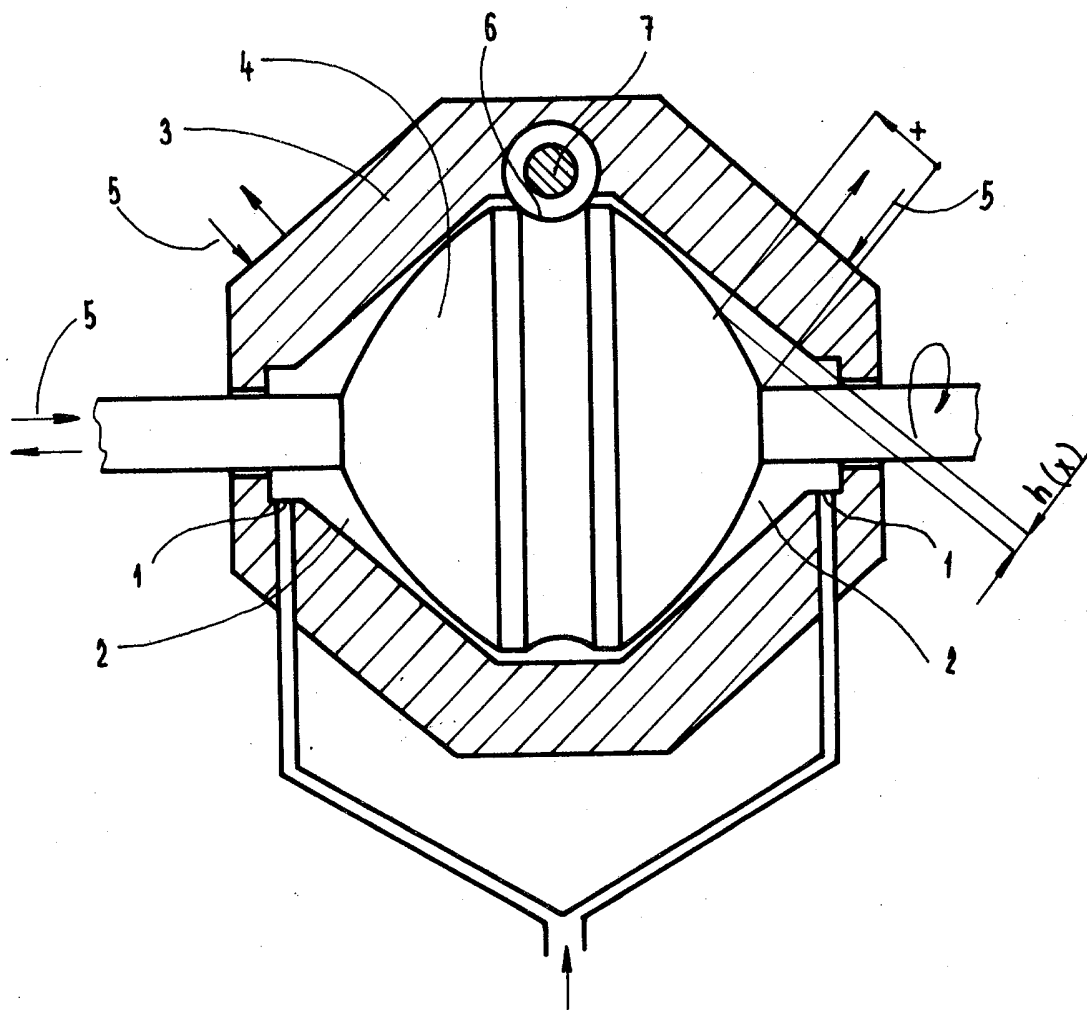
4. Zařízení podle bodu 3, vyznačené tím, že šířka rotační sbíhavé štěrbin (2) se ve směru od místa ústí vstupního otvoru (1) k místu ústí výstupního otvoru (6) zmenšuje podle exponenciální rovnice.
5. Zařízení podle bodů 3 a 4, vyznačené tím, že pracovní část dutiny tělesa statoru (3) má tvar prostorového útvaru vzniklého rotací exponenciální křivky s maximální hodnotou v ose dutiny, orientovaného tak, že jeho poloměr roste ve směru od axiálně umístěného vstupního otvoru (1) k radiálně umístěnému výstupnímu otvoru (6), přičemž v oblasti výstupního otvoru (6) ústícího do komory odváděcího šneku (7), přechází tento prostorový útvar ve válcovou část dutiny, opatřenou diskovým rotorem (4), jehož čelo a povrch pracovní části dutiny tělesa statoru vymezují rotační sbíhavou štěrbinu (2).
6. Zařízení podle bodů 3 a 4, vyznačené tím, že pracovní část dutiny tělesa statoru (3) má tvar komolého kužele orientovaného tak, že jeho poloměr roste ve směru od axiálně umístěného vstupního otvoru (1) k radiálně umístěnému výstupnímu otvoru (6), přičemž v oblasti tohoto výstupního otvoru přechází kuželovitá pracovní část dutiny v dutinu válcovou, a dále že pracovní část tělesa rotoru (4) má tvar prostorového útvaru vzniklého rotací exponenciální křivky, vepsaného kuželi, který je geometricky podobný kuželovité části dutiny tělesa statoru, tak, že kolmá vzdálenost mezi povrchovou přímkou kužele, která je tečnou v počátečním bodě exponenciály, a exponenciálou roste ve směru povrchové přímky až k maximální hodnotě v průsečíku exponenciály s osou kužele.
7. Zařízení podle bodů 5 nebo 6, vyznačené tím, že jeho rotor (4) je axiálně stavitelný.
8. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že stator (3) i rotor (4) jsou zdvojeny, mají tvar symetrický podle roviny vedené kolmo k ose rotace v místě osy výstupního otvoru (6) a vymezují tak svými povrchy dvě rotační sbíhavé štěrbin (2) se vstupními otvory (1).

235 748

9. Zařízení podle některého z bodů 3-8, vyznačené tím, že stator (3) i rotor (4) jsou opatřeny systémem kanálků pro cirkulaci chladicího média.

2 výkresy





OBR. 3