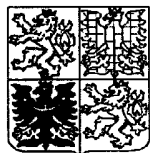


PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

287 782

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1996 - 1806**
(22) Přihlášeno: **10.10.1995**
(30) Právo přednosti:
25.10.1994 CH 1994/3184
(40) Zveřejněno: **11.09.1996**
(Věstník č. 9/1996)
(47) Uděleno: **05.12.2000**
(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **14.02.2001**
(Věstník č. 2/2001)
(86) PCT číslo: **PCT/CH95/00229**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 96/12553**

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁷:
B 01 D 61/14

(73) Majitel patentu:
BUCHER-GUYER AG MASCHINENFABRIK,
Niederweningen, CH;

(72) Původce vynálezu:
Hartmann Eduard, Schneisingen, CH;

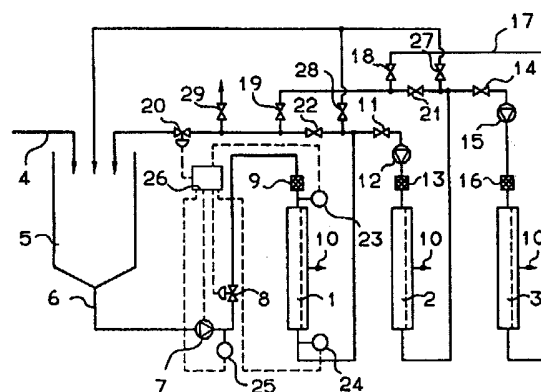
(74) Zástupce:
Čermák Karel Dr., Národní 32, Praha 1, 11000;

(54) Název vynálezu:

**Způsob zahušťování směsí pevná látka/kapalina
pomocí membránové technologie a zařízení k
jeho provádění**

(57) Anotace:

Způsob spočívá v tom, že se v závislosti na okamžitém stupni zahuštění retentátu následující za sebou po proudu retentátu odpojují skupiny membránových modulů, čímž se udržuje provozně výhodný pracovní tlak na membránových modulech až do požadovaného stupně zahuštění a takto zahuštěný retentát se odvede. Zařízení sestává ze skupin (1, 2, 3) membránových modulů, sběrného tanku (5), oběhových čerpadel (7, 12, 15), směšovačů (9, 13, 16), servoventilů (8, 20), čidel (23, 24) tlaku, průtokoměru (25), uzavíracích klapek (11, 14, 19, 21, 22) a propojovacích potrubí.



Způsob zahušťování směsí pevná látka/kapalina pomocí membránové technologie a zařízení k jeho provádění

5 Obast techniky

Vynález se týká způsobu zahušťování směsí pevná látka/kapalina pomocí membránové technologie za použití zařízení s více skupinami membránových modulů s okruhem retentátu v sérii, jakož i zařízení pro jeho provádění.

10

Dosavadní stav techniky

15 V dnešní době nejsou ještě známa žádná speciální zařízení pro zahušťování retentátů, které vznikají při ultrafiltraci nebo při mikrofiltraci. Při čerpení ovocných šťáv pomocí takovýchto technologií se ve zbytkách retentátu dosáhne stavů zahuštění až asi 50 % obj. podílu mokrého kalu, měřeno pomocí odstředivkového testu. To znamená, že tyto zbytky poskytují v odstředivce ještě nejméně 50 % obj. kapaliny. Takovéto retentáty tekuté a musí se pro odstranění ještě speciálně zpracovávat pomocí vakuových rotačních filtrů.

20

25 Vakuové rotační filtry a náplavkové filtry potřebují pro filtraci křemelinu, která se musí kupovat a rovněž opět odstraňovat. Odstraňování retentátu formou odpadní vody je jen stěží možné, takže se retentát musí zahušťovat a nasypat na deponii nebo spálit. V obou případech je hospodářsky důležité, aby byl v retentátu co nejmenší podíl vody. Pro další zahušťování retentátu nad uvedených 50 % obj. se zdají být účelná pouze membránová zařízení, vybavená speciálně pro uvedený účel. Podobné problémy se objevují i při jiných použitích membránové technologie mimo oblast ovocných šťáv.

30 Z Journal of Food Science, volume 51, No. 3, 1986, strana 559–563, je známo zařízení s kovovou membránovou ultrafiltrací s jednoduchým průchodem pro zlepšené výtěžky ovocné šťávy. Pomocí tohoto zařízení byly dosaženy výtěžky ovocné šťávy až 85 %, avšak takováto zařízení s jednoduchým průchodem se nezdají být pro zahušťování retentátů ve větším rozsahu výhodná.

35 Známé organické membrány pro filtrační zařízení, stejně tak jako čerpadla, nezbytná pro okruh retentátů v takovýchto zařízeních, jsou nejčastěji konstruovány pouze pro provozní tlak maximálně 6,5 barů. Také se běžným jednostupňovým radiálním čerpadlem dají jen stěží dosáhnout vyšší tlaky. Na druhé straně se snižuje potřeba času pro celkový pochod zahušťování úměrně s použitým povrchem membrány. Během tohoto pochodu zahušťování se ale zvyšuje viskozita recirkulujícího retentátu, nejdříve pomalu a na konci rychleji.

40

45 Pro zahuštění na vysoký podíl mokrého kalu při malé spotřebě času se nabízí zvětšení použitého povrchu membrány. Jestliže se podle toho zapojí více skupin známých membránových modulů, tak se projeví nevhodně vysoké výkony množství pro recirkulaci retentátu. Jestliže se takovéto skupiny modulů membrán zapojí do série, tak při vznikajících vysokých viskozitách již nepostačí obvyklé provozní tlaky.

Podstata vynálezu

50 Vynález si proto klade za základní úlohu uvést způsob zahušťování směsí pevná látka/kapalina pomocí membránové technologie a zařízení pro jeho provádění, které by při omezené potřebě provozní doby dovolilo dosáhnout vysoký podíl mokrého kalu zahuštěného materiálu.

55 Podle vynálezu se řešení této úlohy dosáhne za použití zařízení s větším počtem skupin membránových modulů s okruhem retentátu v sérii tím, že se zahušťuje pomocí membránového

zařízení, provozovaného při způsobu batch, nebo kvazikontinuálně provozovaného membránového zařízení, v prvním kroku při provozu všech skupin membránových modulů, dokud se na základě zahušťování nepřekročí první stanovená hodnota stupně zahuštění retentátu, načež se při druhém kroku při následujícím zahušťování odpojí jedna skupina membránových modulů z dopravovaného proudu retentátu a zahušťuje se tak dlouho, dokud se nedosáhne druhé hodnota stupně zahušťování retentátu a potom se při třetím kroku odvede zahuštěný retentát z okruhu.

Zařízení pro provádění tohoto způsobu je charakterizováno nejméně jednou skupinou membránových modulů, které lze zapojit do proudu dopravovaného retentátu nebo z něho odpojit. Při tom je výhodné, když je v proudu dopravovaného retentátu před odpojitelnou nebo zapojitelnou skupinou membránových modulů směšovací zařízení.

Další znaky a výhodná vytvoření vynálezu jsou seznatelná z patentových nároků.

Přehled obrázků na výkrese

Příklady provedení vynálezu jsou blíže vysvětleny v následujícím popisu a na obrázcích.

Tyto ukazují:

obr. 1 schéma zahušťovacího zařízení podle vynálezu se třemi skupinami membránových modulů v sérii,

obr. 2 schéma zahušťovacího zařízení podle vynálezu se dvěma skupinami membránových modulů v provedení s více průchody,

obr. 3 schéma zařízení membránových modulů v zahušťovacím zařízení podle vynálezu podle obr. 2,

obr. 4 schéma klapky pro vypojení a zapojení skupiny membránových modulů v zařízení podle jednoho z obr. 1 až 3,

obr. 5 schéma jiné klapky pro vypojení nebo zapojení skupiny membránových modulů v zařízení podle jednoho z obr. 1 až 3, a

obr. 6 průřez klapkou podle obr. 5 pro vypojení a zapojení skupiny membránových modulů v zařízení podle jednoho z obr. 1 až 3.

Příklady provedení vynálezu

Schéma zahušťovacího zařízení podle obr. 1 ukazuje tři skupiny membránových modulů 1, 2 3 pro zahušťování směsí pevná látka/kapalina pomocí filtrace. Kapalina, která se má zahustit, se dostává přírodním potrubím 4 do sběrného tanku 5. Ze dna sběrného tanku 5 vede potrubí 6 přes oběhové čerpadlo 7 a nastavitelným počtem otáček a servoventilem 8, stejně tak jako se statickým směšovačem 9 na vstupu první skupiny 1 membránových modulů. Jak je níže přesněji popsáno, zahrnuje skupina 1 velké množství paralelně a rovně i do série zapojených membránových trubek, kterými proudí kapalina, která se má zahustit.

Stěnami membránových trubek, vytvořených jako filtrační membrány, se zadržují pevné podíly v kapalině v retentátu, zatím co oddělující se kapalina protéká membránami a shromažďuje se v potrubích permeátu, symbolizovaných šipkami 10, a odvádí se. Přes uzavírací klapku 11, další oběhové čerpadlo 12 a další statický směšovač 13 se dostává retentát ze skupiny 1

membránových modulů do potrubí retentátu skupiny 2 membránových modulů. Odtamtud teče přes další uzavírací klapku 14, oběhové čerpadlo 15 a statický směšovač 16 do potrubí retentátu skupiny 3 membránových modulů.

- 5 Skupiny 1, 2 a 3 mají všechny stejnou konstrukci a stejnou funkci, mohou se ale lišit počtem membránových modulů. Ze skupiny 1 se retentát dostává přes potrubí 17, dvě uzavírací klapky 18, 19 a servoventil 20 opět do sběrného tanku 5, poté co byly odděleny kapalně podíly, odváděné potrubími 10 permeátu.

- 10 Jak ukazuje obr. 1, je k uzavíracím klapkám 14, 11 přiřazeno po jedné další uzavírací klapce 21, 22. Uzavřením klapky 14 a otevřením klapky 21 nebo uzavřením klapky 11 a otevřením klapky 22 se nyní mohou vyřazovat skupiny 3 nebo 2 membránových modulů z proudu dopravovaného retentátu. Pro měření skupiny 1 membránových modulů je na vstupu, popřípadě výstupu, skupiny 1 membránových modulů uspořádáno po jednom čidle tlaku 23, popřípadě 24, a průtok se může
15 evidovat pomocí průtokoměru 25 na výstupu řízeného oběhového čerpadla 7.

Vedení signálu čidel 23, 24, 25 a řídicích vedení servoventilů 8, 20 jsou spojena s regulačním zařízením 26.

- 20 V popsaném příkladu provedení probíhá postup zahušťování následovně:

- Startuje se pomocí tří skupin 1, 2, 3 membránových modulů. Za tím účelem jsou uzavírací klapky 11, 14, 16, 19 a servoventil 20 otevřeny a klapky 22, 21 zavřeny. Regulační zařízení 26 reguluje pomocí čerpadla 7 s nastavitelným počtem otáček podle signálu průtokoměru 25 průtok na
25 90 m³/h. Servoventil 20 se potom uzavírá potud, dokud na vstup skupiny 1 podle signálu čidla 23 nepůsobí tlak 6 barů.

- Retentát s podílem mokrého kalu 30 % protéká skupinami 1, 2, 3 membránových modulů, přičemž se oddělí permeát a odvede se přes potrubí 10. S postupující provozní dobou přibývá
30 podíl mokrého kalu a současně se zvyšuje viskozita v okruhu retentátu. Zvětšují se gradienty tlaku přes skupiny 1, 2, 3 a regulační zařízení 26 otevrou dále servoventil 20, aby se udržel předem stanovený požadovaný tlak 6 barů na čidle 23 konstantní a nepřekročil se.

- Jakmile se servoventil 20 úplně otevře, zvýší se tlak na čidle 23. Jestliže tento dosáhne 6,5 barů, tak se podle předvolby v regulačním zařízení 26 buď pro omezení zvyšování tlaku nejdříve
35 redukuje průtok pomocí snížení počtu otáček oběhového čerpadla 7, nebo se ihned zavede pochod odpojení skupiny 3. Při tomto provozním stavu dosáhl retentát v okruhu a sběrné nádrži 5 stupeň zahuštění asi 60 % podílu mokrého kalu. Odpojení skupin membránových modulů je pro dosažení vysokého stupně zahuštění podstatně účinnější než redukce rychlosti přetoku na
40 membránách pomocí uvedené redukce průtoku. Hmoty retentátu ukazují nejčastěji silně strukturálně viskózní chování. Snížení rychlosti přetoku vede potom hned ke zvýšení viskozity, a zmenšují se proto jen nepatrně gradienty tlaku mezi vstupem a výstupem skupin.

- Další pochod zahušťování se potom provádí již jen se skupinami 1 a 2. Při tom, jak již bylo
45 popsáno, se má požadovaný tlak na čidle 23 udržovat konstantní, dokud nedojde k odpojení skupiny 2. Odpojení skupiny 2 probíhá s výhodou tak, aby se retentát, proudící do skupin 1, 2, nastavil dodatečným přímým přívodem vody hned na asi 20 % podílu mokrého kalu, nebo aby se přerušením přívodu ze sběrného tanku 5 vytlačil mokrý kal vypláchnutím až téměř na nulové podíly.

- 50 Při tom existuje nebezpečí, že se usazeniny se zvýšenými podíly mokrého kalu opožděně uvolňují z oblasti mezi klapkami 11, 22 a jednotlivé membránové trubky ve skupině 2 membránových modulů se ucpou. Tomu se zabrání tím, že retentát protéká směšovačem 13, předřazeným skupině 2, který opět zajistí rovnoměrné rozdělení podílů kalu v průřezu trubky. U
55 zařízení s větším počtem pasází je za směšovačem 13 zařazen trubkový rozdělovač, jak to

ukazuje obr. 2. Vytlačený retentát se při tom vrací buď přes klapky 27, 28 přímo do sběrného tanku 5, nebo se odvádí přes klapku 29. Ihned potom se klapka 22 otevře, a klapky 11, 19 se uzavrou.

- 5 Další pochod zahušťování se nyní provádí již jen se skupinou 1 membránových modulů. Zpravidla má skupina 1 stejný nebo menší počet membránových modulů pro průchod, než skupina 2. Při stejné viskozitě retentátu je proto pokles tlaku přes skupinu 1 jen asi poloviční než pokles tlaku při provozu skupin 1 a 2 dohromady.
- 10 Díky této malé ztrátě tlaku může se zahušťováním pokračovat již jen se skupinou 1. Regulace množství a tlaku probíhá v zásadě stejně jako při provozu se skupinami 1 a 2 dohromady. Poté co se servoventil 20 úplně otevřel, redukuje se při konstantním tlaku 6,5 barů, měřeno čidlem 23, proud dopravovaného retentátu, měřeno průtokoměrem 25, asi na 45 m³/h. Retentát ve sběrném tanku 5 je potom zahuštěn asi na 85 % podílů mokrého kalu. Tento retentát se nyní odvádí
- 15 otevřením klapky 29 a zavřením servoventilu 20. Potom se provádí zředění retentátu, který zbyl ve skupině 1, dříve než se opět zapojí skupiny 2 a 3 otevřením klapek 11, 14, 18, 19 a uzavřením klapek 22, 21.

- Nebezpečí, že se usazeniny se zvětšeným podílem mokrého kalu ze skupiny mezi klapkami 11, 22 nebo 14, 21 opožděně uvolní a jednotlivé membránové trubky se ucpou, se sníží provedením klapek podle obr. 4, 5 a 6. Rozvětvací díl 40, znázorněný na obr. 4, zahrnuje klapky 11, 22, 28 podle obr. 1. Při tom přichází proud retentátu od skupiny 1, teče vpustí 41 a protéká otevřenou klapkou 11 ke skupině 2, zatím co se před uzavřenou klapkou 22 usazují v mrtvé oblasti 42 vysoko viskózní podíly kalu. Tyto podíly kalu se ve vhodných okamžicích během pochodu
- 25 zahušťování vrací přes klapku 28 do okruhu retentátu v zařízení na místě, kde je riziko ucpání membránových modulů malé.

- Forma provedení klapek 11, 22 podle obr. 5 zahrnuje rozvětvací díl 50 se vpustí 51. Při tom je vzdálenost T osy otáčení klapek 11, 22 jen o málo větší než průměr D vpustí 51, s výhodou

30
$$T/D = 1,2 \text{ až } 1,5,$$

- takže nevznikne žádná mrtvá oblast 42 taková, která je znázorněna na obr. 4. Obr. 6 ukazuje průřez rozvětvacího dílu 50 podle obr. 5.

- 35 Ve schématu zahušťovacího zařízení podle vynálezu podle obr. 2 jsou stavební prvky, odpovídající obr. 1, označeny stejnými vztahovacími značkami. Zařízení podle obr. 2 zahrnuje jen dvě skupiny 1, 2 membránových modulů, jejichž funkce je popsána již u obr. 1. Pro vytlačení retentátu se stupněm zahuštění asi 60 %, k němuž dochází při odpojení skupiny 2, ze skupiny 2 je podle obr. 2 uspořádána klapka 37. Odvedení retentátu po zahuštění asi na 85 % podílu mokrého kalu se provádí podle obr. 2 otevřením klapky 38 a zavřením servoventilu 20.
- 40

- Obr. 2 ukazuje skupiny 1, 2 membránových modulů v provedení se čtyřmi průchody. Skupiny a 1 zahrnuje paralelně uspořádané průchody 101, 102, 103, 104, a skupina 2 zahrnuje paralelně uspořádané průchody 201, 202, 203, 204. Každý z průchodů 201, 202, 203, 204 ze skupiny 2 je konstruován z osmi v sérii uspořádaných membránových modulů, jak to přesněji ukazuje obr. 3. Pro obě skupiny 1, 2 se používá jen jedno společné oběhové čerpadlo 7.
- 45

- Obr. 3 ukazuje schematicky prostorové uspořádání membránových modulů v zahušťovacím zařízení podle obr. 2 u alternativního provedení, které má ve skupině 1 v každém průchodu 101, 102, 103, 104 jen pět membránových modulů, ale ve skupině 2 jich má devět, přičemž všechny membránové moduly jsou v sérii. Ostatní stavební prvky na obr. 3 jsou označeny vztahovými značkami, odpovídajícími obr. 2. Všechny membránové moduly, z nichž membránové moduly v průchodu 204, které jsou označeny vztahovými značkami 2041 až 2049, zahrnují zpravidla
- 50

svazek devatenácti paralelně zapojených membránových trubek druhu, o kterém byla zmínka již u obr. 1. Potrubí 10 permeátu skupin 1, 2 podle obr. 1 nejsou na obr. 3 spolu znázorněna.

- 5 Jak ukazuje obr. 3, jsou potrubí pro retentát jednotlivých průchodů 201 až 204 vedena hierarchicky spojená po dvou. Za tím účelem jsou použity symetrické trubkové rozdělovače, které slouží také k tomu, aby se svedená potrubí retentátu na vstupu a výstupu každé skupiny 1, 2 spojila do jediného potrubí. U těchto společných jednotlivých potrubí se provádí zapojování a odpojování skupin 1, 2 membránových modulů.
- 10 Z výše uvedeného popisu konstrukce a funkce zařízení podle vynálezu na obr. 1 až 3, stejně tak jako způsobu k jeho provozování, vyplývá, že podle zadané úlohy je hlavním účelem připojování a odpojování skupin membránových modulů zlepšení celkového výkonu filtračního zařízení. Filtrační výkon se zvětšuje úměrně s velikostí použitého povrchu membrány. Podle případu použití je spotřeba času pro celý pochod zahušťování až 20 hodin. Během této doby se zvyšuje
- 15 viskozita cirkulujícího retentátu nejprve pomalu a ke konci pochodu rychleji. Připojováním skupiny 2 nebo 3 membránových modulů v oblasti nízkých viskozit se zlepší okamžitý filtrační výkon nejčastěji o faktor dvě nebo více.

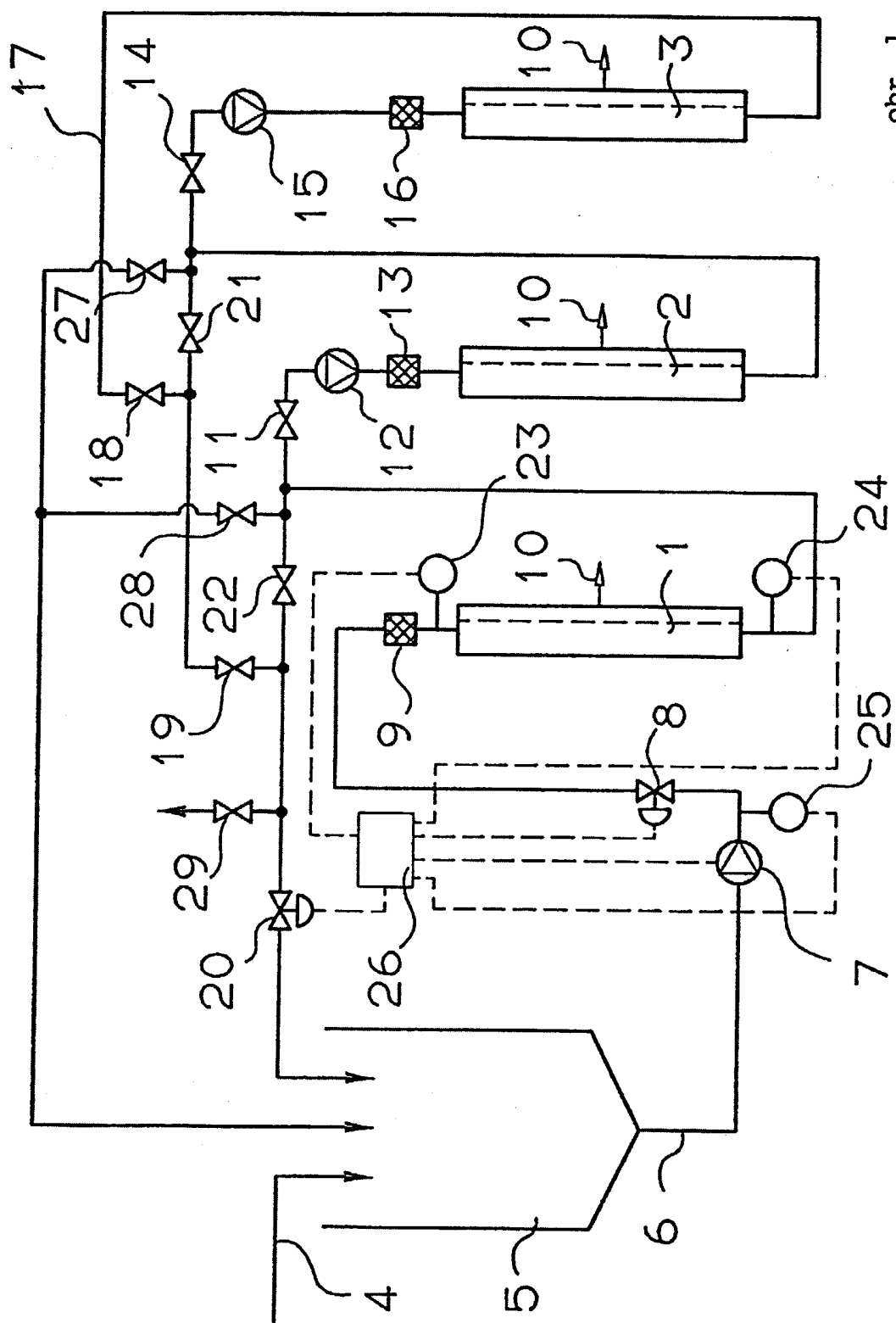
20

PATENTOVÉ NÁROKY

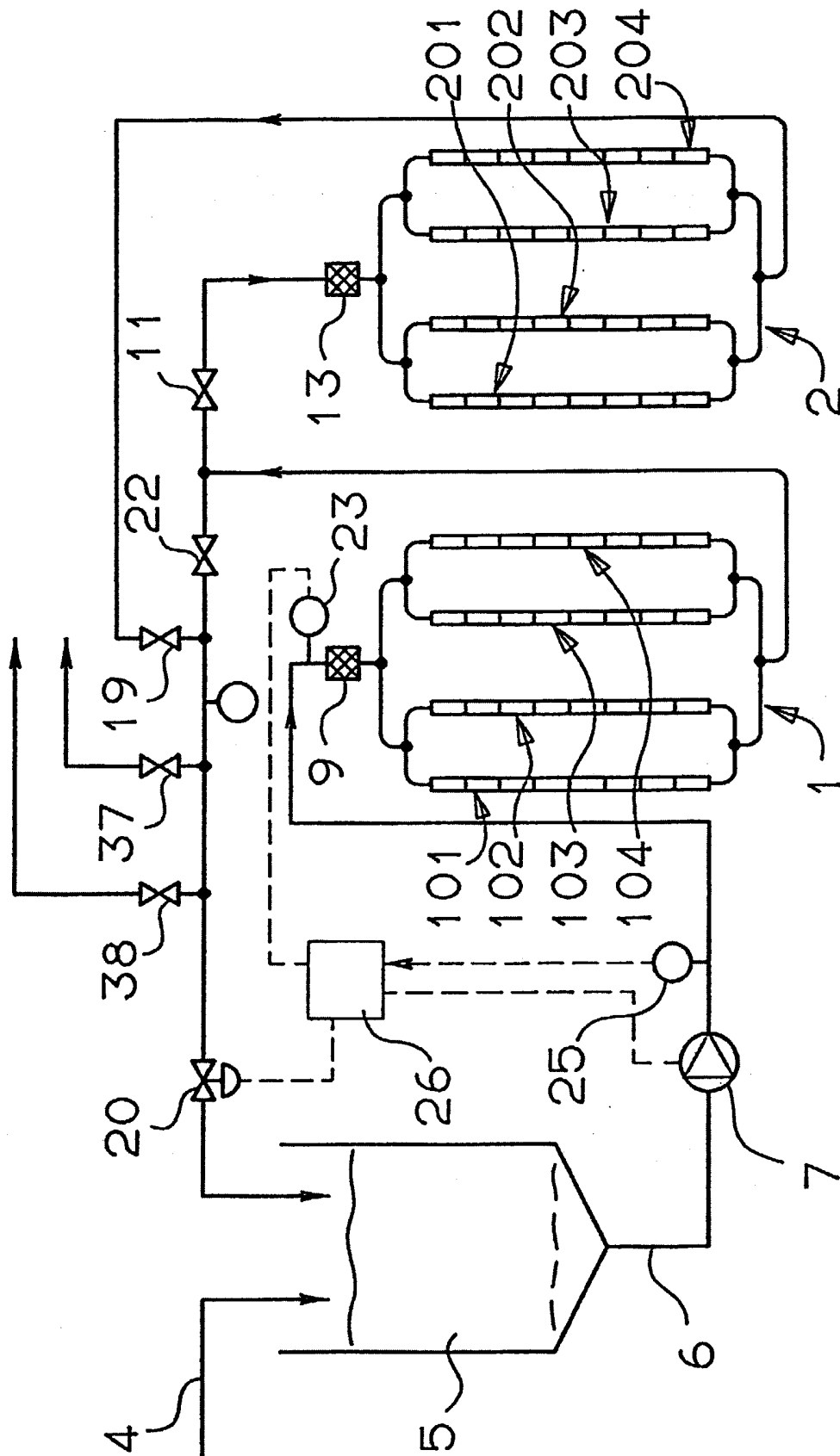
- 25 1. Způsob zahušťování směsí pevná látka/kapalina pomocí membránové technologie za použití zařízení s větším počtem skupin /1, 2, 3/ membránových modulů s okruhem retentátu, **vyznačující se tím**, že se zahušťuje pomocí membránového zařízení, provozovaného po dávkách nebo kvazikontinuálně, kdy v prvním kroku se provozují všechny skupiny membránových modulů, dokud se na základě zahušťování nepřekročí první stanovená hodnota
- 30 stupně zahuštění retentátu, načež se v druhém kroku při dalším zahušťování odpojí nejméně jedna skupina /2, 3/ membránových modulů z proudu dopravovaného retentátu a zahušťuje se dále tak dlouho, dokud se nedosáhne druhá hodnota stupně zahušťování retentátu a potom se při třetím kroku odvede zahuštěný retentát z okruhu.
- 35 2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se stupeň zahušťování retentátu určí pomocí měření poklesu jeho tlaku přes alespoň jednu skupinu /1, 2, 3/ membránových modulů.
- 40 3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že stupeň zahuštění retentátu se určuje pomocí jeho průtoku v okruhu retentátu.
4. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že stupeň zahuštění retentátu se určuje měřením jeho viskozity.
- 45 5. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že stupeň zahuštění retentátu se určuje měřením jeho zákalu.
6. Zařízení pro zahušťování směsí pevná látka/kapalina pomocí membránové technologie za použití zařízení s větším počtem membránových modulů s okruhem retentátu v sérii,
- 50 **vyznačující se tím**, že má alespoň jednu skupinu /2, 3/ membránových modulů, která je odpojitelná z proudu dopravovaného retentátu nebo do něho zapojitelná.
7. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že má směšovač /9, 13/, který je uspořádán v proudu dopravovaného retentátu před zapojitelnou nebo odpojitelnou skupinou /2, 3/
- 55 membránových modulů.

8. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že směšovač /9, 13/ je vytvořen jako statický směšovač.
- 5 9. Zařízení podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že odpojitelná nebo zapojitelná skupina /2, 3/ membránových modulů je vytvořena jako skupina s více průchody, jejíž odpojování nebo zapojování se provádí na společném potrubí, do kterého jsou svedena potrubí retentátu pro jednotlivé průchody /101, 102, 103, 104, 201, 202, 203, 204/.
- 10 10. Zařízení podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že potrubí retentátu pro jednotlivé průchody /101, 102, 103, 104, 201, 202, 203, 204/ jsou pro rozdělení a svedení do společných potrubí uspořádány ve skupinách s větvemi hierarchicky po dvou.
- 15 11. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že má klapky /21, 22/ pro odpojení a zapojení alespoň jedné skupiny /2, 3/ membránových modulů, jejichž přípoje mají alespoň jeden vypouštěcí otvor opatřený přidavnými spínacími prvky /28/.
- 20 12. Zařízení podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že vypouštěcí otvor je spojen přímo nebo nepřímo s proudem retentátu.
13. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že do přívodního potrubí retentátu zapojitelné nebo odpojitelné skupiny /2, 3/ membránových modulů je zapojeno alespoň jedno oběhové čerpadlo /12, 15/.
- 25 14. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že okruh retentátu má zařízení /26, 7, 8, 20/ pro regulaci velikosti proudu retentátu, který v něm cirkuluje.
- 30 15. Zařízení podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že zařízení pro regulaci proudu retentátu je opatřeno čerpadlem /7/ retentátu s regulovatelným počtem otáček.

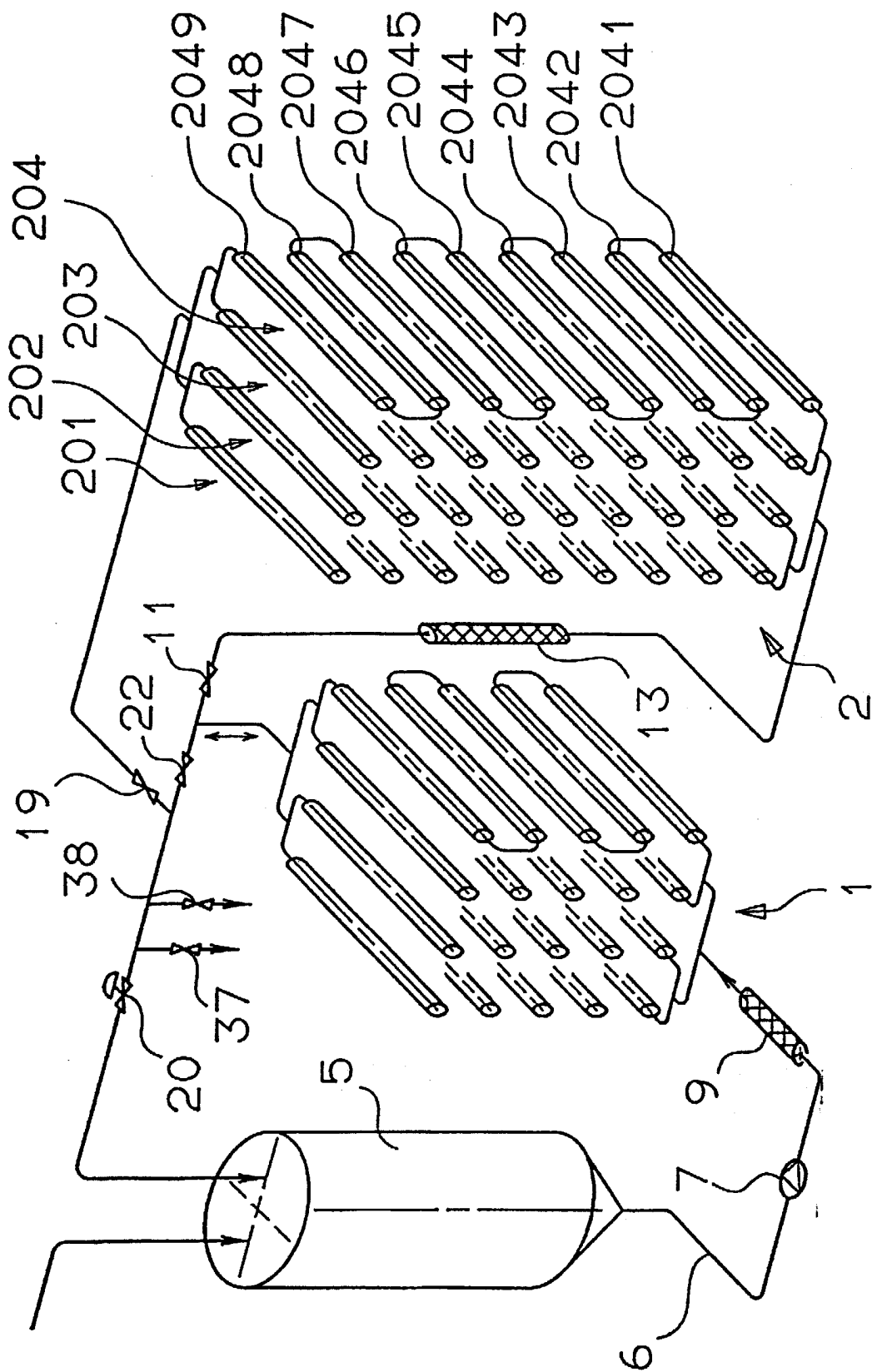
5 výkresů



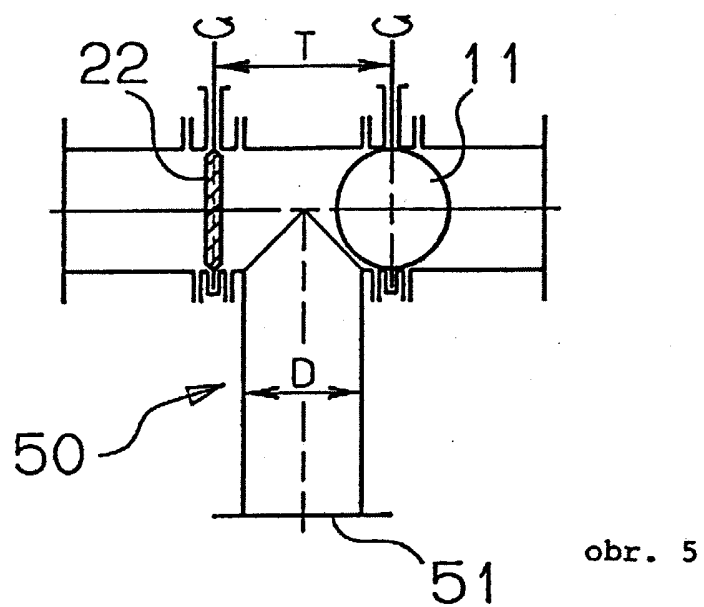
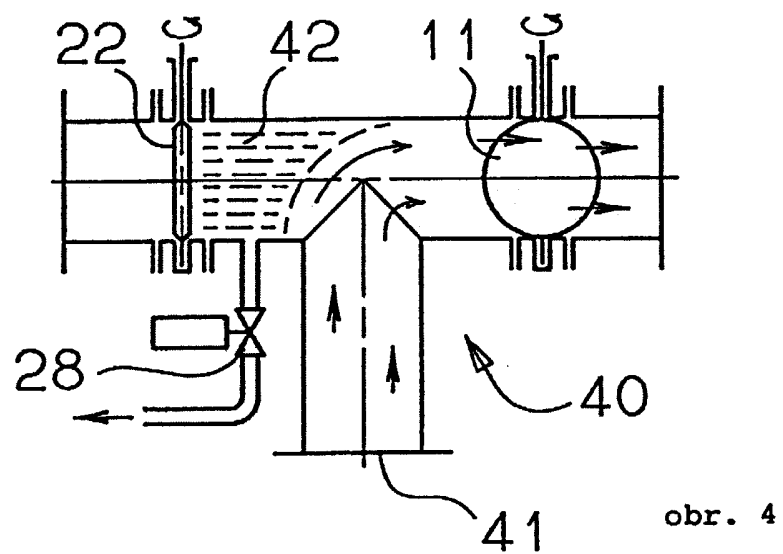
obr. 1

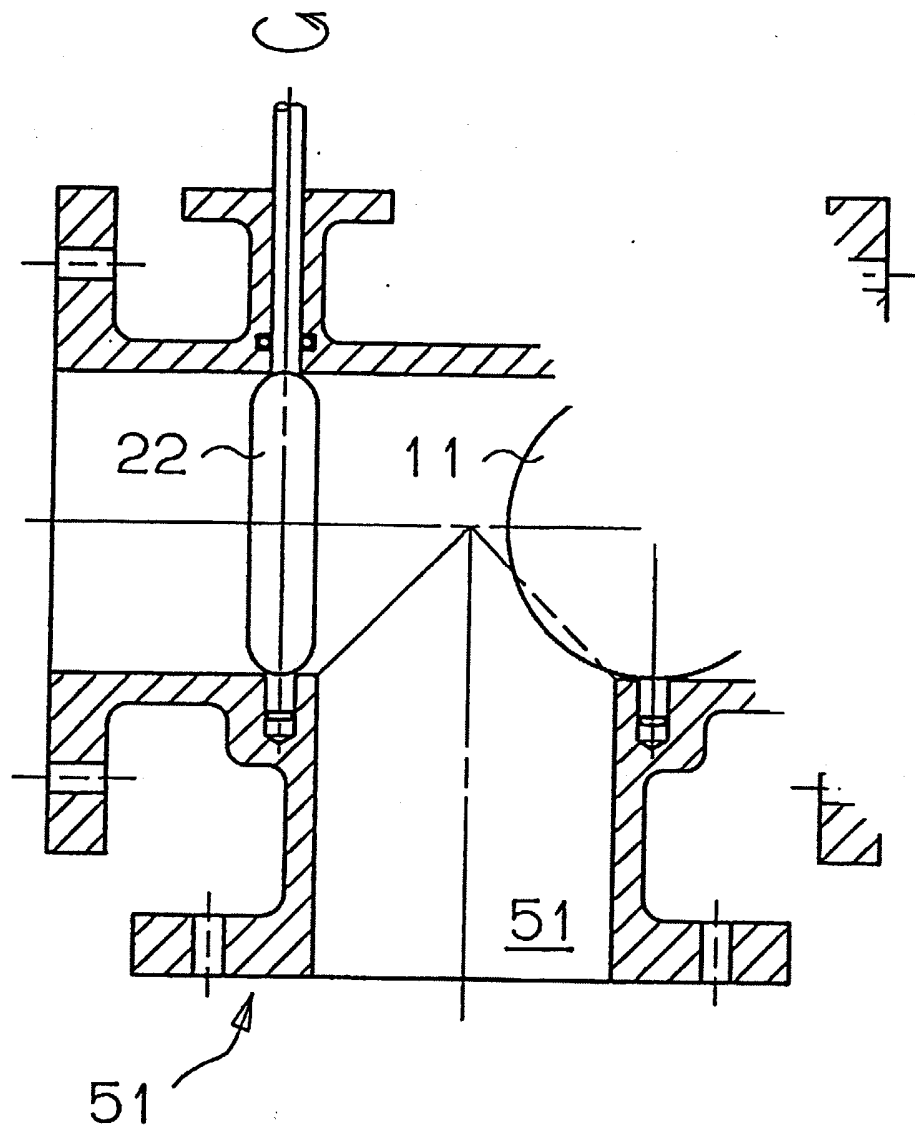


obr. 2



obr. 3





obr. 6

Konec dokumentu