

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: 13.11.2003

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 17.08.2005
(Věstník č. 8/2005)

(21) Číslo dokumentu:

2003-3082

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁷ :
B 01 D 63/02
B 01 D 65/02

(71) Přihlašovatel:

DOHNAL Miroslav, Ostopovice, CZ

(72) Původce:

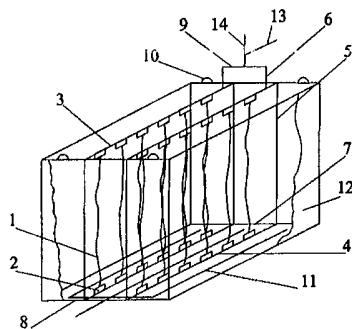
Dohnal Miroslav, Ostopovice, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Ponořený univerzální stavebnicový
membránový modul**

(57) Anotace:

Membránový modul je tvořen jednak nejméně dvěma rámy z dutých profilů, uloženými v nejméně dvou příčnicích (7, 8) a navzájem propojenými sběrným potrubím (9) permeátu, kde rámy jsou navzájem vzdáleny v rozmezí od 10 do 200 mm, a jednak svazky membrán (16) z dutých vláken nebo kapilár (1), uchycenými koncovkami (2) v horní části (3) rámu a dolní části (4) rámu. Horní části (3) jednotlivých rámu jsou navzájem propojeny a také dolní části (4) jsou navzájem propojeny.



CZ 2003 - 3082 A3

Ponořený univerzální stavebnicový membránový modul

Oblast techniky

Vynález se týká univerzálního stavebnicového membránového modulu, který po ponoření do kapaliny umožňuje její filtraci přes stěny membrány nebo intenzivní kontakt plynu a kapaliny nebo kapaliny a kapaliny bez dispergace složek jedné fáze ve fázi druhé. Kapaliny od filtrátu nebo jednotlivé fáze jsou navzájem odděleny stěnou mikrofiltrační nebo ultrafiltrační membrány typu duté vlákno nebo kapilára, přičemž vlákna nebo svazky těchto vláken jsou upevněny ve stěnách dutých rámců, které odvádějí filtrát nebo zajišťují recirkulaci jedné z fází. Ponořený membránový modul usnadňuje filtraci a zlepšuje čištění povrchu membrány od suspenzovaných látek ve filtrované kapalině a intenzifikuje kontakt fází v prostředí se suspendovanými částicemi při snížení provozních nákladů.

Dosavadní stav techniky

Mezi často používané filtrační aplikace patří takzvané ponořené systémy, kdy do nádrže s kapalinou jsou volně ponořeny nezapouzdřené moduly tvořené dutými vlákny, umožňující odsávat z vnitřního prostoru dutých vláken kapalinu prošlou přes jejich porézní stěnu. K odsávání permeátu je většinou použito sací čerpadlo, vyvolaný podtlak nasává přes mikro porézní stěny vláken čistou kapalinu. Nečistoty se koncentrují v nádrži. Aby nečistoty neulpívaly na povrchu vláken, jsou vlákna vystavena různým metodám mechanického či chemického čištění. Procesem takovéto filtrace se zabývá například US patent č. 6,375,848. Nevýhodou jsou poměrně vysoké provozní náklady.

Filtrační moduly tvořené dutými vlákny a použitelné pro ponořené systémy jsou popsány v US patentech č. 5,480,553 a č. 6,325,928. Oba patenty popisují moduly s horizontálním uložením dutých vláken. V ^{h3}patentu č. 5,480,553 jsou dutá vlákna uchycena pouze na jednom konci, druhý konec je buď zaslepen nebo je vytvořena smyčka a oba konce jsou uchyceny na stejném místě. Pokud je takovýto modul ponořen do nádrže, filtrační element, tj. duté vlákna se vznášejí v horizontální poloze. Nevýhodou takového volného uchycení dutých vláken je, že komplikuje jejich mechanické čištění, umožňuje vzniku zkratových proudů a znemožňuje ekonomické využití prostoru nádrže.

Naproti tomu modul popsaný patentem č. 6,325,928 fixuje dutá vlákna horizontálně do kazet z umělé hmoty. Vyměnitelné kazety jsou uchyceny na kostru modulu, tak aby byl umožněn odvod permeátu. Kazeta je částečně zapouzdřena. Dále US patent č. 4,220,535 popisuje takzvaný kontaktor k odstranění plynů z tekutin. Kontaktor je tvořen perforovanou válcovou středovou trubicí, která je obklopena množstvím dutých vláken. Konce dutých vláken jsou pevně přichyceny ke středové trubce. Celý tento aparát je zapouzdřen a opatřen vstupem a výstupem zpracovávané kapaliny - hrdla středové trubky, a výstupem k odsávání plynu z vnitřního prostoru dutých membrán.

US patenty č. 5,938,922 a č. 5,352,361 dále zlepšují popsanou konstrukci kontaktoru zavedením překážek toku odplynované tekutiny. Pomocí těchto přepážek je tok odplynované tekutiny kontrolován se snahou zabezpečit optimální průtok modulem. Patent č. US 5,352,361 z tohoto důvodu nevylučuje použití bočních vstupů a výstupů odplynovávané tekutiny namísto perforované středové trubky.

Společnou nevýhodou těchto řešení je, že zapouzdření kontaktorového modulu zvyšuje jeho cenu, nevýhodou je také nutnost napojení kontaktoru na přívod odplynované kapaliny a vývod odplyněné kapaliny. Tato nevýhoda se projeví při tvorbě kontaktorového pole nebo vícestupňových funkčních celků.

Také US patent 6,149,817 popisuje kontaktor podobné konstrukce, pouze bez zapouzdření. Středová perforovaná trubka k distribuci odplynované kapaliny zůstala a spolu s uchycením membrán, které je uzpůsobeno k odsávání plynu tvoří kompaktní celek – kontaktorový modul. Tyto moduly ponořené v nádrži s odplynovanou kapalinou je možno libovolně kombinovat. Nevýhodou tohoto řešení je, že středová perforovaná trubka stále komplikuje konstrukci komplikovanějšího nebo rozsáhlého zapojení. Z konstrukčního pohledu je také optimální rozmístění dutých vláken kolem středové perforované trubky válcové, z toho plyne nedostatečné využití prostoru a tvorba zkratových toků.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody do značné míry odstraňuje univerzální stavebnicový membránový modul k separaci nerozpuštěných i rozpuštěných látek z kapaliny nebo k intenzivnímu kontaktu plynu a kapaliny nebo kapaliny a kapaliny bez dispergace složek jedné fáze ve fázi druhé, podle

vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že je tvořen alespoň dvěma rámy z dutých profilů, vertikálně nebo horizontálně uloženými v nejméně dvou příčnicích a navzájem propojenými sběrným potrubím permeátu, a jednak svazky membrán z dutých vláken nebo kapilár, uchycenými koncovkami v horní části rámu a dolní části rámu.

Rámy jsou navzájem vzdáleny v rozmezí od 10 do 200 mm. Horní části jednotlivých ráků jsou navzájem propojeny. Také dolní části jednotlivých ráků jsou navzájem propojeny. Navzájem propojené horní části jednotlivých ráků nemusí být propojeny s dolními navzájem propojenými částmi ráků, přičemž modul může být tvořen oběma typy ráků v jakémkoli pořadí. Dále je podstatou, že sběrné potrubí permeátu je připojeno prostřednictvím přípojky ke zdroji tlakové kapaliny. Podstatou je také, že svazky membrán jsou upevněny v rámu pod úhlem 1 až 10 stupňů a dutá vlákna nebo kapiláry jsou prověšeny o více než 5 % původní délky. Také je podstatou, že ve spodní části je mezi ráky uloženo perforované potrubí rozvodu tlakového vzduchu. S výhodou je potrubí rozvodu tlakového vzduchu připojeno ke spojitému tlakovému zdroji plynu nebo k nespojitému tlakovému zdroji plynu s přetlakem v rozmezí od 100 do 800 kPa. Podstatou je také, že ráky jsou obepnuty vertikální zástěnou.

Výhodou zařízení podle vynálezu je zlepšení filtrace a intenzifikace kontaktu fází v prostředí se suspendovanými částicemi při snížení provozních nákladů.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže osvětlen na přiložených výkresech, kde na obr. 1 je schematicky znázorněn v axonometrickém provedení ponořený membránový modul k separaci a na obr. 2 schéma zapojení kontaktoru.

Příklad provedení vynálezu

Dle obr. 1 univerzální stavebnicový membránový modul, podle vynálezu, je tvořen čtyřmi čtyřúhelníkovými ráky jeden z nich je označen jako číslo 3 z vytlačovaných dutých profilů kruhového průřezu z plastového materiálu, přičemž profil horizontálních a vertikálních částí rámu není stejný. Ráky jsou vertikálně uloženy ve dvou příčnicích 7, 8 a navzájem propojeny

sběrným potrubím 9 permeátu, Příčnický modulu 7, 8 jsou opatřeny úchyty 10. Dále je modul tvořen svazky membrán 1. Konce svazků 1 jsou zatmeleny v koncovkách 2 kruhového průřezu v horní části 3 rámu a dolní části 4 rámu. Horní části 3 a dolní části 4 rámů jsou navzájem propojeny elementy 5. Rámy jsou navzájem vzdáleny 50 mm. Sběrné potrubí 9 permeátu je připojeno prostřednictvím přípojky 13 ke zdroji tlakové kapaliny. Přípojka 14 pro odvod filtrátu je umístěna na horním horizontálním rameni rámu. Svazky membrán 1 jsou upevněny v rámu pod úhlem 5 stupňů a svazky dutých vláken 1 jsou prověšeny o 5 % původní výrobní délky. Ve spodní části je mezi rámy uloženo perforované potrubí 11 rozvodu tlakového vzduchu, které je připojeno ke nespojitému tlakovému zdroji plynu s přetlakem 100 až 800 kPa. Rámy jsou obepnuty vertikální zástěnou 12. Vnitřní dutiny rámu vytváří kanály pro proudění filtrátu nebo absorpční kapaliny, která je z rámu odváděna z jednoho místa 6. Tmel koncovek 2 zabraňuje axiálnímu i radiálnímu posunutí jednotlivých vláken, avšak neproniká dovnitř membrány. Tmelicí materiál buď tvoří koncovku 2 membránového svazku nebo vyplňuje dutinu pouzdra koncovky 2, která je z plastu a upravená k upevnění do rámu. Příčnický 7 a 8 zabraňují vzájemnému posuvu rámů. Vzdálenost středu koncovek 2 svazků 1 upevněných v horizontálních ramenech rámu je 100 mm, délka rámu je 700 mm a určena počtem svazků membrán připevněných na jeho horizontálních ramenech. Spojnice středu koncovek membránového svazku upevněného v rámu má sklon 1 %. Sestava nejméně dvou rámů uložených v příčnicích 7, 8 a navzájem propojených sběrným potrubím 9 permeátu vytváří membránový modul. Úchyty 10 umožňují manipulaci s modulem ponořeným ve filtrovaném mediu. Potrubí 11 pro rozvod vzduchu umožňuje pulsní dodávku stlačeného vzduchu do prostoru téměř vertikálně uchycených membránových svazků 1. Intenzivní proudění filtrované kapaliny, směsi vzduch-kapalina a vzduchových bublin s charakteristickým rozměrem přesahujícím 50 mm podél povrchu membrán 1 s rychlostí nad 0,16 m/s zabezpečuje očišťování jejich vnějšího povrchu od částic, které se na povrchu membrán 1 přichycují během filtrace a které není možné odstranit běžně užívanými postupy očišťování vnějšího membránového povrchu pomalu proudící směsí vzduch-kapalina. Přerušovanou injektáží vzduchu o přetlaku v rozmezí 100 – 800 kPa do prostoru vertikálně uložených membránových svazků je uvolňována energie, jejichž disipaci do okolního prostoru zaplněného filtrovanou kapalinou zabraňuje vertikální zástěna 12, která obepíná prostor v němž jsou uloženy membrány 1 a umožňuje i usměrňování proudění v tomto prostoru. Dostatečná vzdálenost zástěny od prověšených membrán 1 zabezpečuje, že nedojde k jejich mechanickému narušení při vzájemném styku. Prostřednictvím přípojky 13 je dovnitř membrány 1 v

proměnných časových intervalech od 0,1 do 20 hod⁻¹ přiváděna po dobu nepřesahující 1 - 10 s kapalina o přetlaku 100 - 1000 kPa, která prochází stěnou membrány 1 a při svém průchodu membránou 1 odstraňuje nečistoty jak zevnitř membránové stěny, tak i nečistoty přichycené u ústí póru na vnějším povrchu membrány 1.

Alternativně lze koncovky 2 svazků 1 do vnitřní části rámu upevnit a zatěsnit buď vlepením nebo mechanickým způsobem, s výhodou předpjatých o-kroužků. Je tak umožněna výměna svazku membrán 1 v případě jeho nefunkčnosti.

Dle obr. 2. membránový modul 14 je ponořen v nádrži 15 s kapalinou, obsahující nerozpuštěné látky a nejméně jednu složku, kterou je možné odstranit jejím přechodem přes póry stěny membrány 16 do složky 17 nuceně recirkulující vnitřkem membránových svazků 1. Recirkulaci zajišťuje čerpadlo 19, jehož sání je propojeno s nádrží 20, která obsahuje recirkulovanou kapalnou složku a výtlak čerpadla 18 je spojen s dolní horizontální částí 21 membránového ponořeného modulu. Ventily 22 na vertikálních větvích rámu modulů jsou uzavřeny.

Příklad 1

Pro další objasnění vynálezu uvádíme příklad stavebnicového membránového modulu s polypropylenovými dutými vlákny, které byly hydrofilizovány ve směsi alkohol/voda 1/1, o membránové ploše 28 m² byl ponořen do aktivační směsi aerobní čistírny splaškových vod. Koncentrace aktivovaného kalu v aktivační nádrži byla 11 kg/m³, teplota aktivační směsi 19 °C. Horní horizontální část rámu byla propojena s jeho dolní částí a připojena k samonasávacímu odstředivému čerpadlu. Výkon čerpadla byl nastaven tak, že vevnitř dutých vláken byl vytvořen podtlak 15 kPa, který byl hnací silou pro biologicky vyčištěnou vodu, která z vnější strany dutých vláken procházela přes membránovou stěnu a byla čerpadlem odváděna do recipientu. V odčerpávané biologicky vyčištěné vodě byla koncentrace nerozpuštěných látek pod 1 mg/l.

Příklad 2

Stavebnicový membránový modul jehož horizontální části rámu nebyly hydraulicky propojeny, byl osazen polypropylenovými dutými vlákny o vnější membránovém povrchu 96 m² a ponořen do čpavkové vody o pH 10-11 a s koncentrací N-NH₃ 27 ± 8 mg/l. Ponořený membránový modul nebyl vybaven vertikální zástěnou usměrňující směr proudění kapaliny podél dutých vláken.

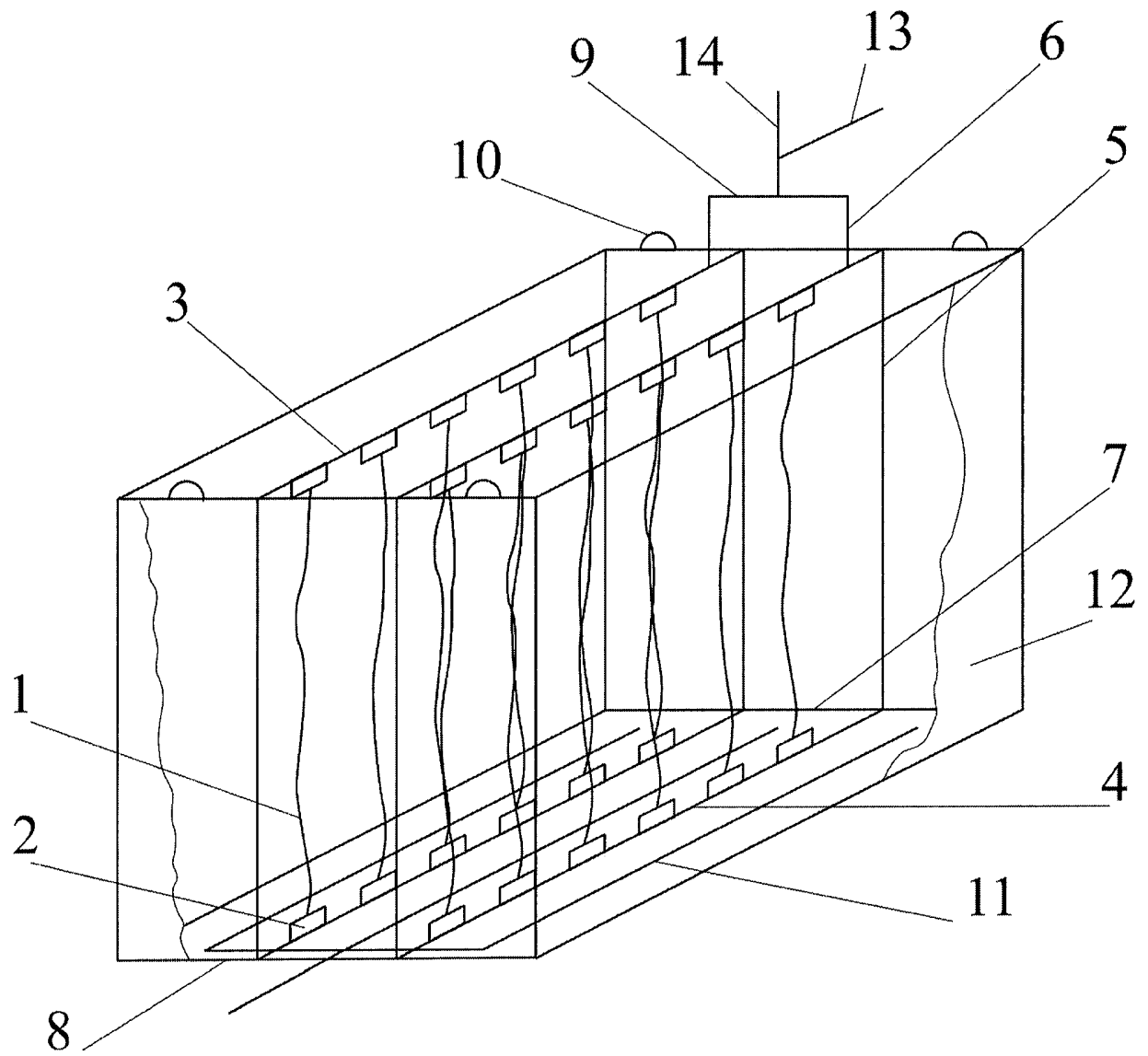
Vnitřkem dutých vláken cirkulovala pod přetlakem 70 kPa 10% kyselina sírová, která byla přivedena ze zásobníku do dolní horizontální části rámu a odváděna z horní horizontální části rámu. Tak byly vytvořeny podmínky, aby působením difference chemického potenciálu přecházel NH_3 ze čpavkové vody přes suché póry membrány do roztoku kyseliny sírové. Ponořený stavebnicový membránový modul tedy vykonával funkci takového aparátu, který je označován jako membránový kontaktor. Koncentrace N-NH_3 ve čpavkové vodě klesala logaritmičtě s dobou zdržení čpavkové vody v nádrži s ponořeným stavebnicovým membránovým modulem.

Průmyslová využitelnost

Ponořený membránový modul, zapojený jako kontaktor, lze využít zejména pro dekontaminaci kapalných fází, odplyňování kapalných fází a sycení kapalných fází v potravinářských, environmentálních nebo chemických technologiích. Ponořený membránový modul vybavený ultrafiltračními nebo mikrofiltračními membránami je možné použít k separaci kapalné fáze ze směsi, která obsahuje vysoké koncentrace nerozpuštěných látek, které jsou anorganického, organického nebo biologického původu.

PATENTOVÉ NÁROKY

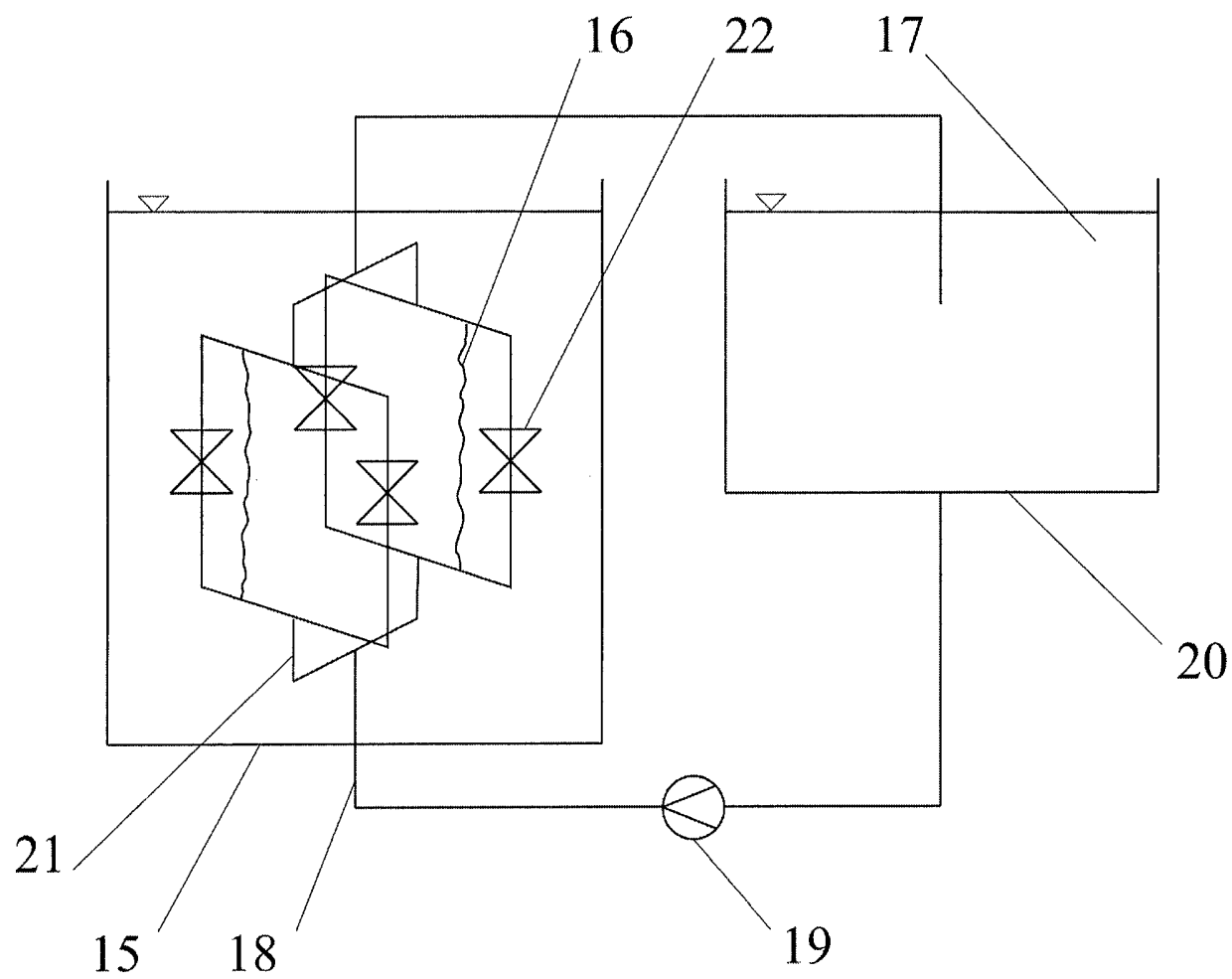
1. Univerzální stavebnicový membránový modul k separaci nerozpuštěných i rozpuštěných látek z kapaliny nebo k intenzivnímu kontaktu plynu a kapaliny nebo kapaliny a kapaliny bez dispergace složek jedné fáze ve fázi druhé, **vyznačující se tím**, že je tvořen jednak nejméně dvěma rámy z dutých profilů, uloženými v nejméně dvou příčnicích (7), (8) a navzájem propojenými sběrným potrubím (9) permeátu, kde rámy jsou navzájem vzdáleny v rozmezí od 10 do 200 mm, a jednak svazky membrán (1) z dutých vláken nebo kapilár, uchycenými koncovkami (2) v horní části (3) rámu a dolní části (4) rámu, přičemž jsou horní části (3) jednotlivých rámu navzájem propojeny a také dolní části (4) navzájem propojeny.
2. Univerzální stavebnicový membránový modul podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že sběrné potrubí (9) permeátu je připojeno prostřednictvím přípojky (13) ke zdroji tlakové kapaliny.
3. Univerzální stavebnicový membránový modul podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že svazky membrán (1) jsou upevněny v rámu pod úhlem 1 až 10 stupňů a v případě kontaktoru jsou dutá vlákna (1) nebo kapiláry prověšeny v rozmezí 0 až 20 % původní délky.
4. Univerzální stavebnicový membránový modul podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že ve spodní části je mezi rámy uloženo perforované potrubí (11) rozvodu tlakového plynu.
5. Univerzální stavebnicový membránový modul podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že potrubí (11) rozvodu tlakového vzduchu je připojeno k tlakovému zdroji plynu, při čemž je plyn potrubím přiváděn nepřetržitě.
6. Univerzální stavebnicový membránový modul podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že jeho potrubí (11) rozvodu tlakového plynu je připojeno k tlakovému zdroji plynu, při čemž je plyn potrubím veden přetržitě s přetlakem v rozmezí od 100 do 800 kPa.
7. Univerzální stavebnicový membránový modul podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že rámy jsou obepnuty vertikální zástěnou (12).



Obr. 1

13.11.03

10



Obr. 2