



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

255055

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

A 61 M 1/16
B 01 D 13/00

(22) Přihlášeno 23 10 85

(21) PV 7580-85

(40) Zveřejněno 11 06 87

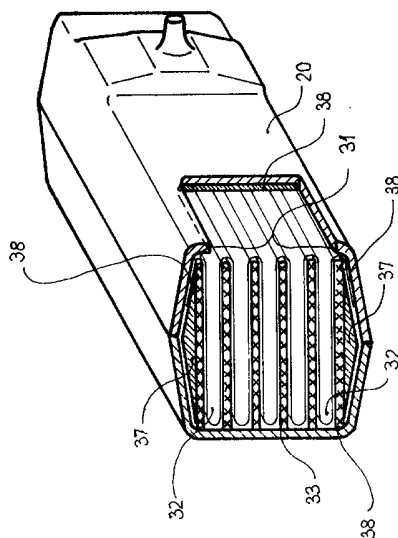
(45) Vydáno 15 09 88

(75)
Autor vynálezu

ODEHNAL ERVÍN ing. CSc., KUŘIM, KREJČÍ JAN RNDr., TIŠNOV
HANÁK VÍTĚZSLAV ing., KRÁSENSKÝ PAVEL ing.,
BEZDĚK JOSEF RNDr. CSc., BRNO

(54) Zařízení s optimalizovanou opěrkou membrány, určené k výměně látek mezi dvěma proudícími kapalinami

Řešení se týká zařízení s optimalizovanou opěrkou membrány, určeného k výměně látek mezi dvěma proudícími kapalinami, z nichž jednak je například krev a druhá dialyzát, využitelné především při hemodialýze a dále dialýze, filtraci, ultrafiltraci i sdílení tepla. Přitom optimalizace spočívá v tom, že se nalezne takové geometrické uspořádání pouzdra, membránové opěrky při daných mechanických parametrech membrány, že je současně minimální usazování vzduchu, v okách sítě, jsou minimální tlakové ztráty v krevní a dialyzátové straně a je zabezpečeno nejlepší rozvedení obou funkčních kapalin po ploše membrány, a tím i maximální účinnost.



OBR 5

Vynález se týká zařízení s optimalizovanou opěrkou membrány, určené k výměně látek mezi dvěma proudícími kapalinami, z nichž jedna je například krev a druhá dialyzát, užitečné především při hemodialýze a dále dialýze, filtraci, ultrafiltraci i sdílení tepla.

Jedním ze způsobu léčení akutní nebo chronické ledvinové nedostatečnosti, intoxikace, popřípadě dalších onemocnění je hemodialýza. Léčebný proces spočívá v odstranění toxických látek nebo produktů metabolismu z krve pacienta dialýzou krve v hemodialyzátoru. Hemodialyzátor je zařízení skládající se ze dvou prostorů, krevního a dialyzátového, které jsou vzájemně odděleny dialyzační membránou, přes níž dochází k difúznímu přechodu uremických látek z krve pacienta do dialyzátu. Existuje několik základních konstrukčních uspořádání hemodialyzátorů.

Jsou to

1. Kapilární dialyzátory
2. Deskové dialyzátory s plochou membránou
3. Deskové dialyzátory s hadicovou membránou

V kapilárních hemodialyzátorech dochází k transportu látek stěnou kapilární membrány. Svazek kapilár je samonosným a proto v tomto technickém uspořádání není nutná opěrka membrány.

Deskové dialyzátory s plochou membránou jsou uspořádány tak, že vhodným poskládáním membránových opěrek a ploché membrány jsou vytvořeny dva odlišné prostory, vzhledem k okolí a mezi sebou utěsněny těsnící hmotou nebo stlačením, jimž proudí obě pracovní kapaliny (v případě hemodialýzy krev a dialyzační roztok). Takové uspořádání je známo z patentu USA 4.404 100.

Deskové dialyzátory s hadicovou membránou jsou tvořeny soustavou na sebe položených hadicových membrán, do nichž je vložena opěrka membrány a které jsou na konci slepeny. Tento dialyzátorový svazek je upraven a vložen do pouzdra dialyzátoru. Zatmelením jsou vytvořeny pracovní prostory dialyzátoru, přičemž jedna z pracovních kapalin (např. dialyzát) protéká vnitřní stranou membránové hadice a druhá z pracovních kapalin (např. krev) protéká vnější stranou. Takovéto uspořádání je známo z patentu NSR 3.045 495. Oba poslední typy dialyzátorů se shodují v tom, že jejich vlastnosti podstatně závisí na celkovém geometrickém uspořádání a zvláště na geometrickém uspořádání membránové opěrky.

Mechanické vlastnosti membrány společně s geometrií membránové opěrky a celkovým geometrickým uspořádáním pouzdra rozhodují o vlastnostech dialyzátoru. Současné používané deskové dialyzátory mají opěrku membrány vyrobenou odstříknutím z plastů, z tkané nebo netkané textilie. Ty z nich, které mají membránovou opěrku vyrobenou z tkané nebo netkané textilie, mají v současnosti značně rozdílné parametry, z nichž mnohé, zvláště vylučování bublinek vzduchu v okách tkaného nebo netkaného materiálu, nepříznivé tlakové ztráty, značné zastínění plochy membrány, to je neúčinná plocha na jejím styku s membránovou opěrkou, negativně ovlivňují bezpečnou, pohotovou a účinnou léčbu pacienta.

Účelem vynálezu je konstrukce takového zařízení, které optimální volbou geometrického uspořádání zajišťuje, aby současně byly výše zmíněné negativní vlivy minimální. Přitom optimalizace spočívá v tom, že je nalezeno takové geometrické uspořádání pouzdra a membránové opěrky při daných mechanických parametrech membrány, že je současně minimální usazování vzduchu v okách tkané opěrky membrány, jsou minimální tlakové ztráty v prostorech protékajících oběma pracovními kapalinami a je zabezpečeno nejlepší rozvedení obou funkčních kapalin po ploše membrány, a tím i maximální účinnost.

Uvedené nedostatky odstraňuje zařízení s optimalizovanou opěrkou membrány, určené k výměně látek mezi dvěma proudícími kapalinami, z nichž jedna je nejčastěji krev a druhá dialyzát, jehož podstata spočívá v tom, že dialyzátové polopouzdro je opatřeno vstupní dialyzátovou komůrkou a výstupní dialyzátovou komůrkou, jejichž šířka je 10 až 20 mm a

vzdálenost středů těchto komůrek je 180 až 210 mm, zatímco vzájemné vzdálenosti a velikosti vstupní krevní komůrky na krevním polopouzdrů i vstupní dialyzátové komůrky na dialyzátovém polopouzdrů jsou stejné, přičemž membrána je anizotropní a v mokřém stavu má následující hodnoty parametrů, ve směru hlavní osy pružnosti Youngův modul pružnosti $1,6 \cdot 10^8$ až $1,9 \cdot 10^8$ Pa a srážlivost Youngův modul pružnosti $1,2 \cdot 10^7$ až $1,6 \cdot 10^7$ Pa a roztlačnost 5 až 6%, přitom tkaná membránová opěrka má vlákna osnovy orientována rovnoběžně se směrem kolmým na hlavní osu, jež má Youngův modul pružnosti membrány $1,6 \cdot 10^8$ až $1,9 \cdot 10^8$ Pa a vzdálenost (t_u) středů vláken útku v rozmezí průměrů (d_u) 0,001 až 1 mm a splňuje vztah

$$t_u = A_1 d_u + B_1 d_u^2$$

kde

t_u je vzdálenost vláken útků v mm
 d_u je průměr vláken útků v mm
 A_1 (2,26 až 2,68)
 B_1 (-0,53 až -0,41) mm⁻¹

přičemž celková plocha použité membrány je 1,4 až 1,5 m² a počet použitých membránových opěrek je 75 až 85. Dále se vyznačující tím, že průměr (d_o) vláken osnovy v závilosti na zvoleném průměru (d_u) vláken útku splňuje vztah v rozmezí průměru (d_u) útku 0,001 až 1 mm

$$d_o = A_2 d_u + B_2 d_u^2$$

kde

d_o je průměr vláken osnovy v mm
 d_u je průměr vláken útku v mm
 A_2 (0,45 až 0,69)
 B_2 (-0,074 až 0,15) mm⁻¹

Dále se vyznačující tím, že vzdálenost (t_o) středů vláken osnov splňuje ve vztahu k průměru (d_u) útku v rozmezí průměrů (d_u) útku 0,001 až 1 mm vztah

$$t_o = A_3 d_u + B_3 d_u^2$$

kde

t_o je vzdálenost vláken osnov v mm
 d_u je průměr vláken útku v mm
 A_3 (1,47 až 2,12)
 B_3 (-0,53 až -0,71) mm⁻¹

Dále se vyznačující tím, že osnova obsahuje dvojité osnovní vlákna, přičemž vzdálenost sudých nebo lichých osnovních vláken je $t_o + d_o$, kde d_o je průměr osnovy a pro vzdálenost osnov t_o platí v rozmezí průměrů útků 0,001 až 1 mm vztah

$$t_o = A_3 d_u + B_3 d_u^2$$

kde

t_o je vzdálenost vláken osnov v mm
 d_u je průměr vláken útku v mm
 A_3 (1,47 až 2,12)
 B_3 (-0,71 až -0,53) mm⁻¹

Dále se vyznačující tím, že poměr průměru (d_o) vláken osnovy ku jejich vzdálenosti (t_u) je roven (3,0 až 3,1).

Dále se vyznačující tím, že v oblasti vstupu nebo výstupu dialyzátu nebo vstupu nebo výstupu krve je tkaná membránová opěrka opatřena útkovými vlákny o větším průměru (d_u) než je průměr (d_u) útkových vláken funkční části.

Dále se vyznačující tím, že v oblasti vstupu nebo výstupu dialyzátu nebo vstupu nebo výstupu krve je tkaná membránová opěrka opatřena útkovými vlákny o menším průměru (d_u) než je průměr (d_u) útkových vláken funkční části.

Dále se vyznačující tím, že v oblasti vstupu nebo výstupu dialyzátu nebo vstupu nebo výstupu krve je tkaná membránová opěrka opatřena útkovými vlákny, kde vzdálenost (t_4) mezi nimi je větší než vzdálenost (t_5) mezi útkovými vlákny funkční části. Dále se vyznačující tím, že v oblasti vstupu nebo výstupu dialyzátu nebo vstupu nebo výstupu krve je tkaná membránová opěrka opatřena útkovými vlákny, kde vzdálenost (t_5) mezi nimi je menší než vzdálenost (t_4) mezi útkovými vlákny funkční části. Dále se vyznačující tím, že v oblasti vstupu nebo výstupu dialyzátu nebo vstupu nebo výstupu krve tkaná membránová opěrka obsahuje rozlišovaná útková vlákna.

Nový a vyšší účinek zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že matematickou optimalizací geometrických parametrů, významných pro funkci hemodialyzátoru se určí nejlepší možné uspořádání jednotlivých prvků hemodialyzátoru tak, že hemodialyzátor má minimální možnou tlakovou ztrátu na dialyzátové straně, která je podstatně menší než u hemodialyzátoru firmy Hemoclear, chráněného patentovým spisem USA č. 4.404 100. Současně je zabezpečen takový tvar kanálků, jimiž teče dialyzát, že uvolněné bublinky plynů se nemohou zachycovat v okách membránové opěrky. Tato dvě zlepšení umožňují efektivní využití hemodialyzátoru i na dialyzačních monitorech s horším stupněm odvodu dialyzátu, což je podstatnou výhodou geometrického uspořádání dle vynálezu,

Nalezením optimálního vztahu pro uspořádání síťoviny, umožňujícím nejlepší možný rozvod kapalin po ploše membrány, umožňuje technologickým postupem vhodným pro automatizaci (tedy i ekonomicky výhodným) přiblížit se parametrům dialyzátorů s hadicovou membránou, u nichž však je obtížná automatizace výroby a jsou tudíž ekonomicky nákladnější, viz patent NSR č. 3.037 506.

Dalšími variantami optimalizované tkané membránové opěrky je také možné dosáhnout tvaru kanálků krevního prostoru analogického kapilárního dialyzátorům, a tímto způsobem se přiblížit jejich výhodám při zachování ekonomické nenáročnosti, vyplývající z použití ploché membrány, která je v současné době levnější než kapilární membrána. V některých případech je možná i snadnější technologická zpracovatelnost výrobku než v případech použití kapilární membrány. Ovšem z hlediska pouze funkčních parametrů nelze dosáhnout stejných vlastností kapilárních a deskových dialyzátorů.

Podstata vynálezu bude v dalším objasněna na neomezujících příkladech jeho provedení, které jsou popsány pomocí připojených výkresů, na nichž je znázorněno: na obr. 1 je schematicky znázorněna jedna funkční vrstva hemodialyzátoru, na obr. 2 je znázorněna jedna z možných variant membránové opěrky, na obr. 3 je znázorněno půdorysné schéma zařízení, na obrázku 4 je znázorněno v řezu, na obr. 5 je nakreslen částečný řez s odkrytým krevním bokem a na obr. 6 je nakreslena opěrka membrány použitá v hemodialyzátoru, který je jedním z příkladů využití vynálezu.

Na obr. 1 je znázorněna jedna funkční vrstva hemodialyzátoru. Funkční vrstva, to je jedna membránová opěrka na obou stranách pokrytá membránou, je rozdělena na pět částí, a to: oblast vstupu dialyzátu 1, oblast vstupu krve 2, funkční část 3, oblast výstupu dialyzátu 5, a oblast výstupu krve 4. Dialyzát vstupuje do oblasti vstupu dialyzátu 1 ve směru šipky 6, je v této rozveden, tak že ve funkční části hemodialyzátu 3 proudí rovnoběžně s jeho delší hranou, to je ve směru označením šipkou 7.

Dialyzát vytékající z funkční části 3 je shromažďován v oblasti výstupu dialyzátu 5, odkud je odváděn ve směru šipky 8. Podobně krev vstupuje do oblasti vstupu 2 ve směru šipky 9 a je rozvedena tak, že se ve funkční části 3 pohybuje rovnoběžně s delší hranou hemodialyzátoru, to je ve směru šipky 10 a v opačné orientaci ke směru toku dialyzátu. Krev po průchodu funkční částí 3 je shromažďována v oblasti výstupu krve 4, odkud odtéká ve směru šipky 11. Funkční oblast má délku 1, šířka oblasti vstupu dialyzátu a krve je 2.

Zařízení, které je předmětem vynálezu, je řešením následujících požadavků:

1. Tlaková ztráta v dialyzátovém prostoru funkční oblasti je minimální.
2. Tlaková ztráta v krevním prostoru funkční oblasti je minimální.
3. Tlaková ztráta v oblastech vstupu a výstupu dialyzátu ve směru toku vstupující kapaliny je rovna tlakové ztrátě ve funkční oblasti pro dialyzát, čímž je zajištěno rozvedení dialyzátu.
4. Průhyb membrány při pracovních podmínkách na vláknech membránové opěrky, ležících kolmo na delší rozměr dialyzátoru, je roven 0,9 až 1,1 poloměru těchto vláken. V tomto rozmezí jsou vznikající bublinky nestabilní a zároveň je minimální zastínění membrány na vláknech membránové opěrky.
5. Geometrické uspořádání vstupů a výstupů na krevní a dialyzátové straně je symetrické, čímž je zabezpečena optimalizace krevní strany pouhou optimalizací strany dialyzátové.
6. Membránové opěrky jsou vyrobeny z tkaniny, vytvořené propletením tří vláken, osnovního 12, útkového 13 a vazného 14, viz obr. 2.

Tyto požadavky řeší předmět vynálezu pro plochou anizotropní membránu, jejíž Youngův modul pružnosti ve směru hlavní osy pružnosti je $1,6 \cdot 10^8$ až $1,9 \cdot 10^8$ Pa a jejíž Youngův modul pružnosti ve směru vedlejší osy pružnosti je $1,2 \cdot 10^7$ až $1,6 \cdot 10^7$ Pa, přičemž obě hodnoty jsou měřeny ve vlhkém stavu membrány, a která se ve směru hlavní osy pružnosti sráží o 0,9 až 1,1% a ve směru vedlejší osy pružnosti bobtná o 5 až 6% a ve směru rovnoběžném se směrem jejího tažení se sráží o 1%.

Dále jsou kladeny požadavky, aby šířka vstupů do dialyzátového prostoru byla 10 až 20 mm, délka funkční oblasti byla 180 až 210 mm, počet použitých membránových opěrek byl 75 až 85 a celková plocha dialyzátoru $1,4$ až $1,5 \text{ m}^2$. Řešení je provedené při pracovních podmínkách pro celkový výrobek: průtok krevní stranou 200 ml/min., průtok dialyzátovou stranou 500 ml/min. a pracovní tlak 40 kPa.

Na obr. 2 je schematicky znázorněno geometrické uspořádání membránové opěrky, pro niž byla provedena optimalizace.

Na obr. 3 je znázorněno půdorysné schéma zařízení dle vynálezu.

Zařízení podle vynálezu je tvořeno pouzdrem 20, které je dvoudílné a sestává se z dialyzátového polopouzdra 21, jehož integrální součástí je nátrubek 22 pro vstup dialyzátu se vstupní dialyzátovou komůrkou 23 vymezující šířku vstupního prostoru do oblasti vstupu a výstupu dialyzátu na 10 až 20 mm a výstupní dialyzátovou komůrkou 24 vzdálenou 180 až 210 mm od vstupní a vymezující šířku výstupního prostoru oblasti výstupu dialyzátu na 10 až 20 mm, zakončenou výstupním nátrubkem 25, a krevního polopouzdra 26, jehož integrální součástí je nátrubek 27 pro vstup krve se vstupní krevní komůrkou 28 a nátrubek 29 pro výstup krve a výstupní krevní komůrkou 30.

Nátrubky 27 a 29 a vstupní komůrka 18 a výstupní komůrka 30 jsou umístěny symetricky k dialyzátovým nátrubkům 25, a 23, čímž je automaticky splněna optimálnost uspořádání krevních prostor při optimálním uspořádání dialyzátového prostoru.

Na obr. 4 je zobrazen průřez zařízením dle vynálezu. V pouzdru 20 je uspořádán dialyzátový svazek 31 tvořený akordeonovitě poskládanou membránou 32, mezi jejíž vrstvy jsou nasunuty tkané membránové opěrky 33. Celý svazek 31 je na obou koncích opatřen klínovou deskou 37.

Na obr. 5 je znázorněn částečný řez s odkrytým krevním bokem, z něhož je zřejmé, že

svazek 31 spolu s klínovými deskami 37 je vložen do pouzdra 20 a podél svého obvodu v místech, kde se dotýká pouzdra 20, utěsněn pomocí tmelící polyuretanové hmoty 38.

Na obr. 6 je zobrazena membránová opěrka použitá v tomto zařízení. Je tvořena trojicí vzájemně protkávaných vláken, z nichž osnovní vlákno 34 má průměr 170 μm a jeho dostava je 16 dvojitých vláken na jeden centimetr, útkové vlákno 35 má průměr 250 μm a jeho dostava je 15 dvojitých vláken na jeden centimetr a vazné vlákno 36 má průměr 50 μm .

Funkce zařízení podle vynálezu v tomto příkladu je následující: přepažením vnitřního pouzdra 20 akordeonovitě poskládanou permeabilní membránou 32 s proloženými optimalizovanými membránovými opěrkami 33 se uvnitř zařízení vytvoří dva prostory oddělené membránou 32, kterými protékají krev a dialyzát.

Krev vstupuje do zařízení náústkem 27, na nějž se připojí příslušný set z dialyzačního monitoru. Krev po vstupu do dialyzátoru nejprve rovnoměrně zaplní vstupní krevní komůrku 28, z níž odtéká po celé výšce svazku do jednotlivých oblastí vstupu krve 12, kde je rozvedena do funkčních částí. Protože při funkci zařízení jako dialyzátoru je v dialyzátorovém prostoru podtlak, proudí krev vzniklými kanálky do oblasti výstupu 4, odkud je odváděna do výstupní krevní komůrky 30.

Z ní je dováděna zpět do těla pacienta. Dialyzát vstupuje do dialyzátoru vstupním náústkem 22 a vystupuje z dialyzátoru výstupním náústkem 25, který je umístěn na opačném konci dialyzátoru protilehle krevnímu náústku 27. Dialyzát po zaplnění vstupní komůrky 23 vstupuje do jednotlivých oblastí vstupu dialyzátu 1, kde je rozveden do funkční oblasti 3, z níž vytéká do oblasti výstupu dialyzátu 5, a odtud do výstupní komůrky 24 pro dialyzát. Tímto způsobem je zajištěno, že krev a dialyzát omývají opačné strany permeabilní membrány 32 a v důsledku gradientu koncentrace dochází k přechodu látek z krve do dialyzátu. Zachováním rozměrů pouzdra 20 vzdálenosti vláken a ostatních parametrů zmíněných v popise návrhu je zajištěno, že funkce dialyzátoru je optimální.

Jinou možností je využití zařízení dle vynálezu jako výměníku tepla. V tomto případě je uspořádání zcela analogické jako v předešlém příkladě pouze s tím rozdílem, že je použita nepropustná membrána s analogickými mechanickými vlastnostmi a s vysokou tepelnou vodivostí. Na základě návrhu je dané uspořádání optimální vzhledem k výše zmíněným parametrům, to je minimální tvorba bublinek, minimální tlakové ztráty a maximální účinnost.

Další obměnou zařízení dle vynálezu je zahušťovací zařízení pro enzymy. V tomto případě je uspořádání zcela analogické jako v příkladě hemodialyzátoru s tím rozdílem, že je použita ultrafiltrační membrána s mechanickými vlastnostmi analogickými membráně použité v příkladě hemodialyzátoru, přes jejíž plochu je díky gradientu tlaku odstraňována voda z pracovního roztoku, čímž dochází k jeho zahušťování. Na základě návrhu je dané uspořádání optimální vzhledem k výše zmíněným parametrům.

Optimalizační postup byl zpracován na počítači a umožňuje tvořit další varianty pro jiné uspořádání síta, vstupů a výstupů a vlastností membrány.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zařízení s optimalizovanou opěrkou membrány, pro výměnu látek mezi dvěma proudícími kapalinami, z nichž jedna je krev a druhá dialyzát, tvořené pouzdrem, ve kterém je uzavřen dialyzátorový svazek sestávající z klínových desek, akordeonovitě poskládané membrány a tkaných membránových opěrek z plastů, jež jsou tvořeny osnovními a útkovými vlákny, které leží na sobě a jsou vzájemně spojeny obtáčecím vazným vláknem a tyto opěrky jsou nasunuty mezi jednotlivé vrstvy membrány a celý obvod membránového pásu je v místě styku s vnitřními plochami pouzdra zalit tmelící polyuretanovou hmotou, a spolu s membránou je vnitřní prostor pouzdra rozdělen na krevní a dialyzátovou část, přičemž pouzdro sestává z dialyzátové

částí jejíž integrální součástí je nátrubek pro vstup dialyzátu se vstupní dialyzátovou komůrkou a nátrubek pro výstup dialyzátu s výstupní dialyzátovou komůrkou a jednak z krevní části pouzdra jejíž integrální součástí je nátrubek pro vstup krve se vstupní krevní komůrkou a nátrubek pro výstup krve s výstupní krevní komůrkou, vyznačující se tím, že dialyzátové polopouzdro (21) je opatřeno vstupní dialyzátovou komůrkou (23) a výstupní dialyzátovou komůrkou (24), jejichž šířka je 10 až 20 mm a vzdálenost středů těchto komůrek je 180 až 210 mm, zatímco vzájemné vzdálenosti a velikosti vstupní krevní komůrky (27) na krevním polopouzdr (20) i vstupní dialyzátové komůrky (23) na dialyzátovém polopouzdr (21) jsou stejné, přičemž membrána (32) je anizotropní a v mokřem stavu má následující hodnoty parametrů, ve směru hlavní osy pružnosti Youngův modul pružnosti $1,6 \cdot 10^8$ až $1,9 \cdot 10^8$ Pa a srážlivost 0,9 až 1,1 % a ve směru kolmém na hlavní osu pružnosti Youngův modul pružnosti $1,2 \cdot 10^7$ až $1,6 \cdot 10^7$ Pa a roztažnost 5 až 6 % přitom tkaná membránová opěrka (33) má vlákna (12) osnovy orientována rovnoběžně se směrem kolmým na hlavní osu, jenž má Youngův modul pružnosti membrány (32) $1,6 \cdot 10^8$ až $1,9 \cdot 10^8$ Pa a vzdálenost (t_u) středů vláken (13) útku v rozmezí průměru (d_u) 0,001 až 1 mm splňuje vztah

$$t_u = A_1 d_u + B_1 d_u^2$$

kde

t_u je vzdálenost vláken útků v mm

d_u je průměr vláken útků v mm

A_1 (2,26 až 2,68)

B_1 (-0,53 až -0,41) mm^{-1}

přičemž celková plocha použité membrány je 1,4 až 1,5 m^2 a počet použitých membránových opěrek (33) je 75 až 85.

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že průměr (d_o) vláken (12) osnovy v závislosti na zvoleném průměru (d_u) vláken (13) útku splňuje vztah v rozmezí průměru (d_u) útku 0,001 až 1 mm

$$d_o = A_2 d_u + B_2 d_u^2$$

kde

d_o je průměr vláken osnovy v mm

d_u je průměr vláken útku v mm

A_2 (0,45 až 0,69)

B_2 (-0,074 až 0,15) mm^{-1}

3. Zařízení podle bodů 1 a 2 vyznačující se tím, že vzdálenost (t_o) středů vláken (12) osnov splňuje ve vztahu k průměru (d_u) útku v rozmezí průměrů (d_u) útku 0,001 až 1 mm vztah

$$t_o = A_3 d_u + B_3 d_u^2$$

kde

t_o je vzdálenost vláken osnov v mm

d_u je průměr vláken útku v mm

A_3 (1,47 až 2,12)

B_3 (-0,53 až -0,71)

4. Zařízení podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že osnova obsahuje dvojité osnovní vlákna (34), přičemž vzdálenost sudých nebo lichých osnovních vláken (34) je $t_o + d_o$ kde d_o je průměr osnovy a pro vzdálenost osnov t_o platí v rozmezí průměrů útků 0,001 až 1 mm vztah

$$t_o = A_3 d_u + B_3 d_u^2$$

kde

t_o je vzdálenost vláken osnov v mm

d_u je průměr vláken útku v mm

A₃ (1,47 až 2,12)
B₃ (-0,71 až -0,53) mm⁻¹

5. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že poměr průměru (d_0) vláken (12) osnovy ku vzniku jejich vzdálenosti (t_u) je roven (3,0 až 3,1).

6. Zařízení podle bodů 3 nebo 4 nebo 5, vyznačující se tím, že v oblasti vstupu (1) nebo výstupu (5) dialyzátu nebo vstupu (2) nebo výstupu (4) krve je tkaná membránová opěrka (33) opatřena útkovými vlákny (13) o větším průměru (d_u) než je průměr (d_u) útkových vláken (13) funkční části (3).

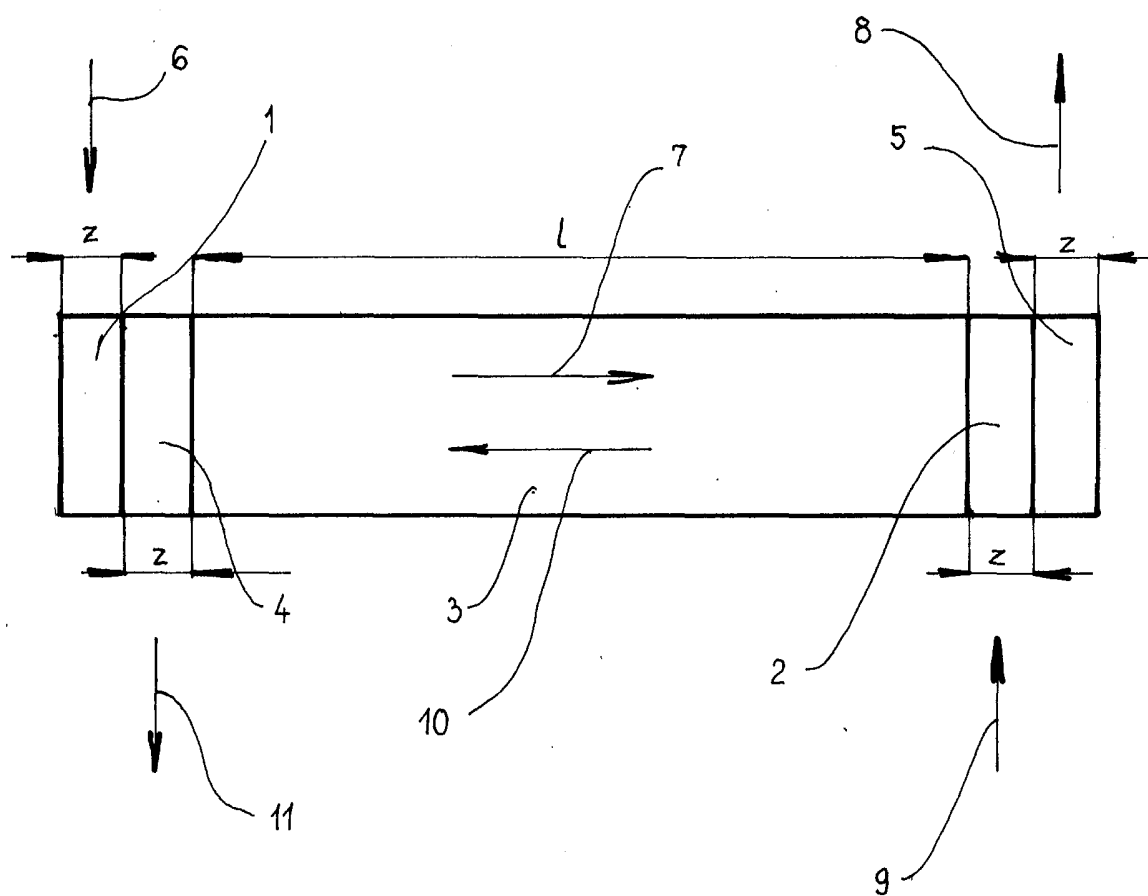
7. Zařízení podle bodů 3 nebo 4 nebo 5 vyznačující se tím, že v oblasti vstupu (1) nebo výstupu (5) dialyzátu nebo vstupu (2) nebo výstupu (4) krve je tkaná membránová opěrka (33) opatřena útkovými vlákny (13) o menším průměru (d_u) než je průměr (d_u) útkových vláken (13) funkční části (3).

8. Zařízení podle bodů 3 nebo 4 nebo 5 vyznačující se tím, že v oblasti vstupu (1) nebo výstupu (5) dialyzátu nebo vstupu (2) nebo výstupu (4) krve je tkaná membránová opěrka (33) opatřena útkovými vlákny (13), kde vzdálenost (t_u) mezi nimi je větší než vzdálenost (t_u) mezi útkovými vlákny (13) funkční části (3).

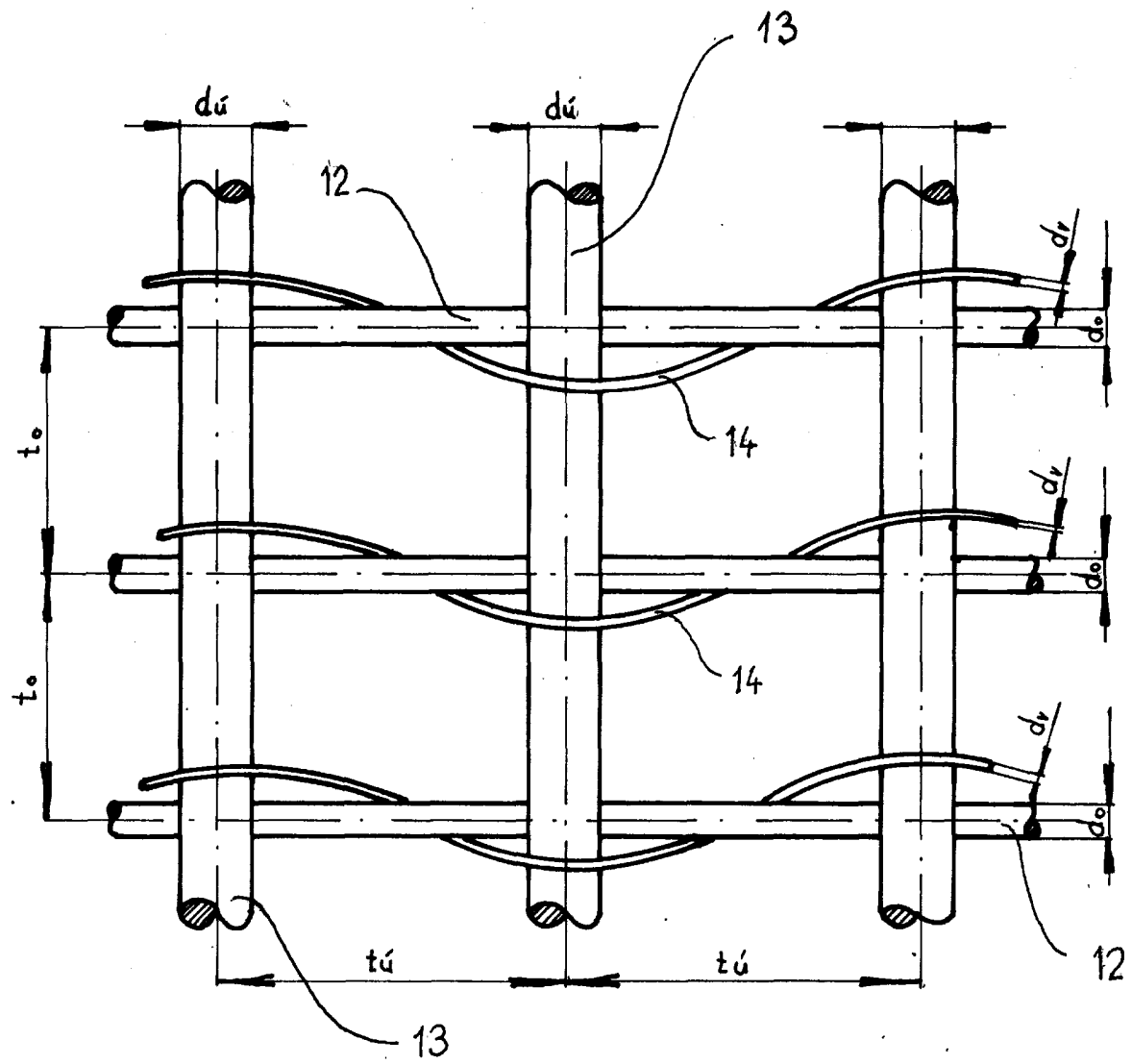
9. Zařízení podle bodů 3 nebo 4 nebo 5 vyznačující se tím, že v oblasti vstupu (1) nebo výstupu (5) dialyzátu nebo vstupu (2) nebo výstupu (4) krve je tkaná membránová opěrka (33) opatřena útkovými vlákny (13), kde vzdálenost (t_u) mezi nimi je menší než vzdálenost (t_u) mezi útkovými vlákny (13) funkční části (3).

10. Zařízení podle bodů 3 nebo 4 nebo 5, vyznačující se tím, že v oblasti vstupu (1) nebo výstupu (5) dialyzátu nebo vstupu (2) nebo výstupu (4) krve tkaná membránová opěrka (33) obsahuje rozlisovaná útková vlákna (13).

255055

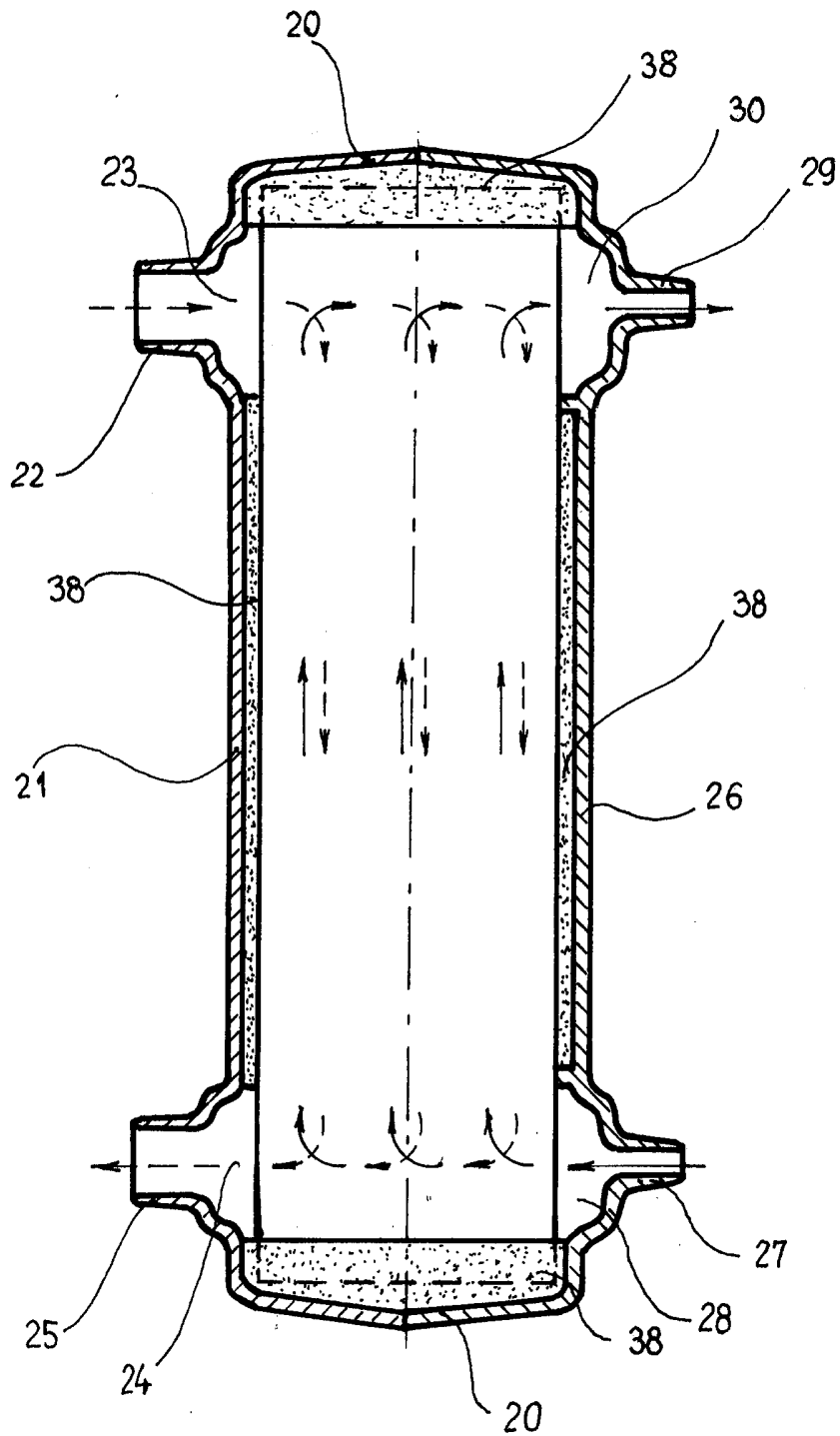


OBR 1



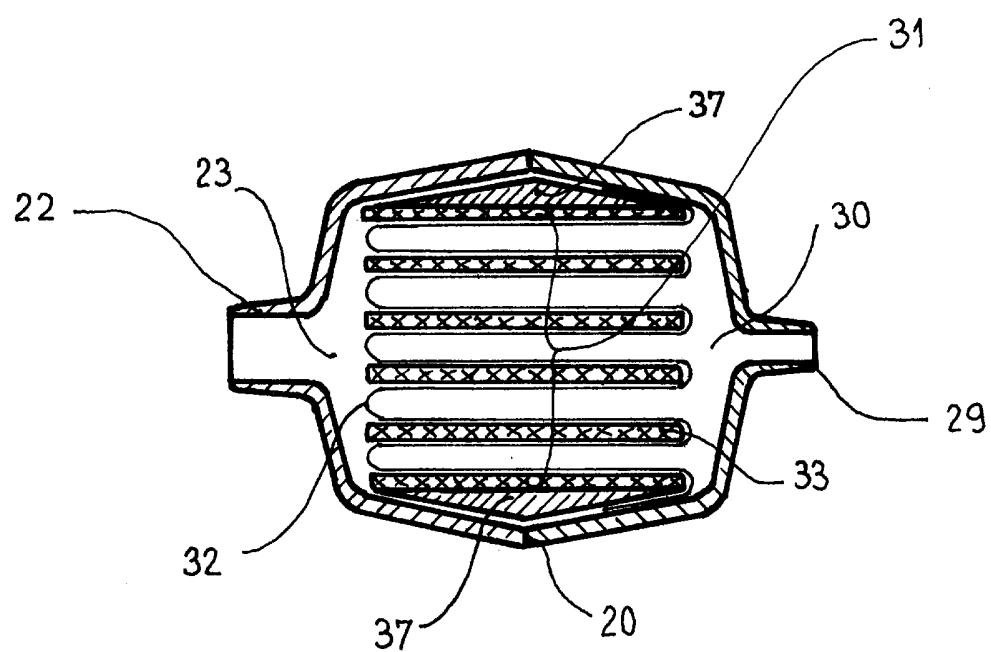
OBR 2

255055



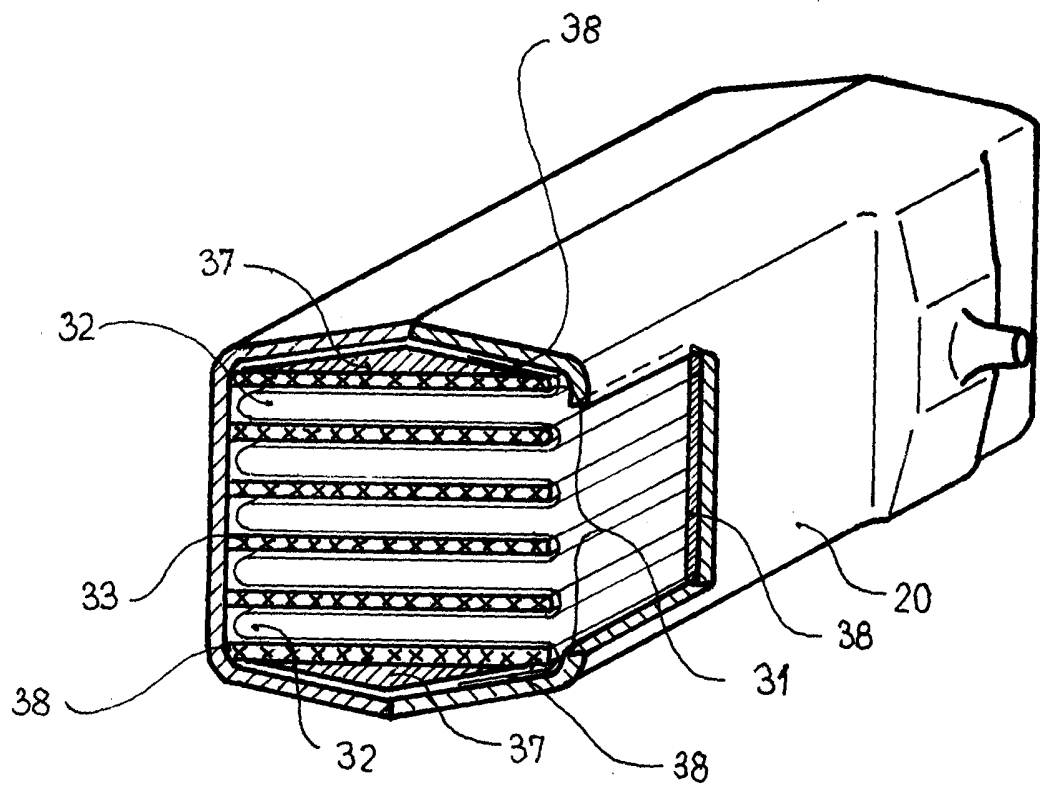
OBR 3

255055



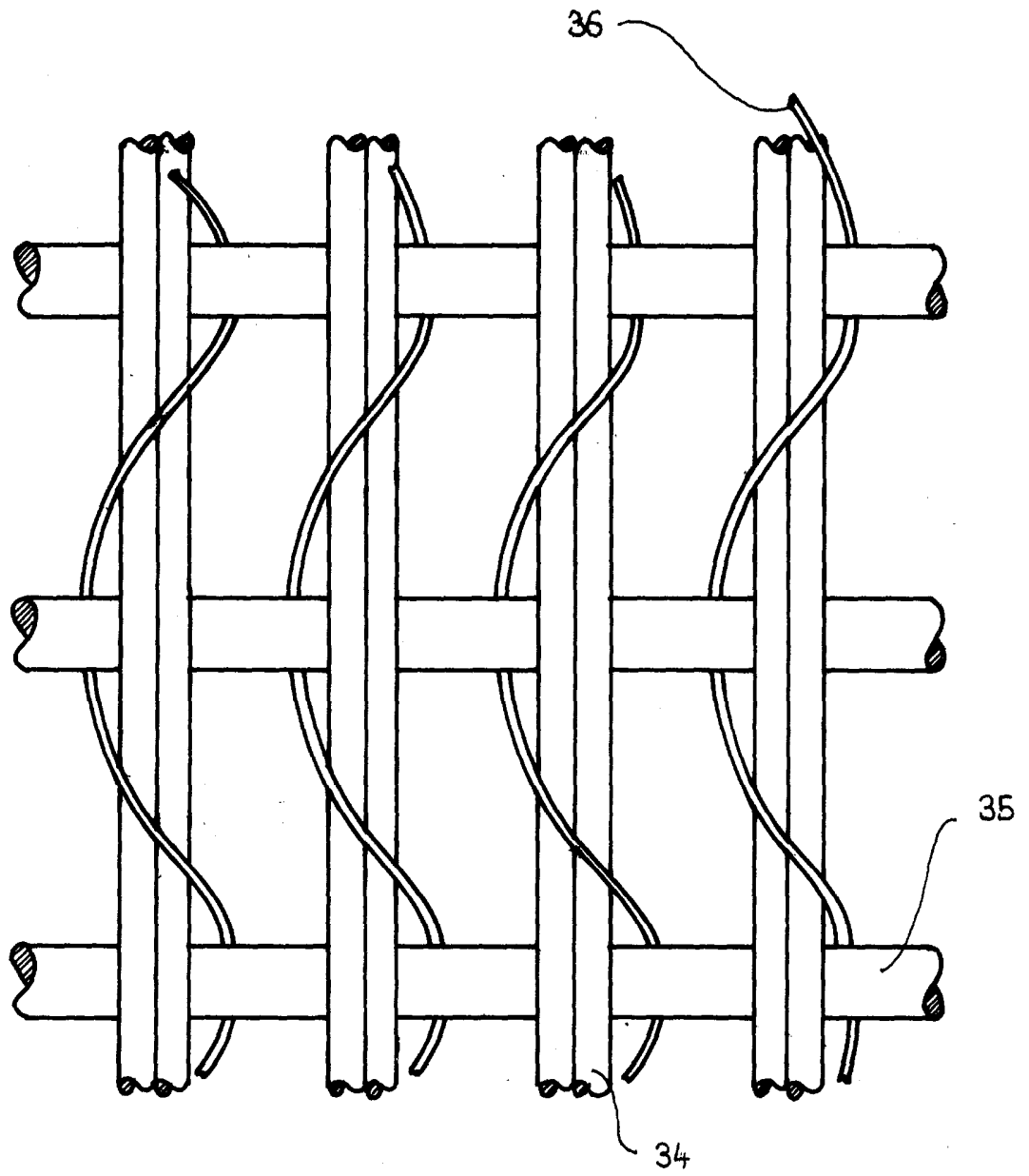
OBR 4

255055



OBR 5

255055



OBR 6