

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

35 590

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

D04H 1/54 (2012.01)
D04H 1/58 (2012.01)
D04H 1/62 (2006.01)
B01D 39/08 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-38942**
(22) Přihlášeno: **28.06.2021**
(47) Zapsáno: **30.11.2021**

- (73) Majitel:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-
Staré Město, CZ
- (72) Původce:
prof. Dr. Ing. Jiří Maryška, CSc., Jenišovice, CZ
Ing. Tomáš Ulrich, Turnov, CZ
Ing. Evren Boyraz, Istanbul, TR
Ing. Fatma Yalcinkaya, Ph.D., Gaziantep, TR
- (74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, patentový zástupce, Zábřdovická
801/11, 615 00 Brno, Zábřdovice

- (54) Název užitného vzoru:
**Vrstvená membrána pro sítovou filtraci
kapalin, zejména komunálních a
průmyslových odpadních vod obsahujících
mikročástice**

CZ 35590 U1

Vrstvená membrána pro síťovou filtraci kapalin, zejména komunálních a průmyslových odpadních vod obsahujících mikročástice

5 Oblast techniky

Technické řešení se týká vrstvené membrány pro síťovou filtraci kapalin, zejména komunálních a průmyslových odpadních vod obsahujících mikročástice, přičemž membrána obsahuje nosnou filtrační vrstvu a krycí filtrační vrstvu, mezi nimiž je uložena adhezní vrstva.

10

Dosavadní stav techniky

V současné době je známa celá řada textilních filtrů určených pro síťovou filtraci kapalin, zejména vody kontaminované mikročásticemi. To je standardně řešeno membránami tvořenými přesně tkanými textiliemi obvykle s okem v rozmezí 5 až 40 μm . Cena těchto materiálů významně (několikanásobně) roste se zmenšením oka. Navíc tyto speciální textilie s okem 5 až 20 μm jsou na tuzemském trhu velmi málo dostupné. Od takovýchto textilií pro síťovou filtraci se očekává záchyt částic větších než 5 μm a zároveň dostatečný průtok membránou, který je obvykle požadován větší než 5 $\text{l/m}^2\cdot\text{s}$. Cílem síťové filtrace je, mimo jiné, zamezit mikročásticím, aby působily jako abrazivo na další stupně mikrofiltračních prvků (membrán) umístěných v další části filtračního systému. Během síťové filtrace na membráně vzniká filtrační koláč, který významně snižuje průtok membránou. Proto je nutné v průběhu filtrace membránu revitalizovat. Toto se řeší zpětným tlakovým proplachem, odsátím na ponořené membráně nebo tlakovým ostříkem membrány vytažené z vodní lázně. Proto jsou na mechanické vlastnosti membrán kladeny značné požadavky. Musí dlouhodobě vydržet ostříky pod tlakem až 10 barů, přičemž životnost membrány se uvažuje nejméně jeden rok. Podle míry znečištění filtrované vody je ostříky nutné opakovat po cca 3 až 5 min, pokud průtok klesne pod stanovenou hodnotu. To tedy znamená, že membrány musí být funkční a vydržet až 100 000 ostříků.

15

20

25

30

35

Dnes užívané přesně tkané textilie takové vlastnosti mají, ale pokud mají zachycovat mikročástice o rozměrech 5 až 20 μm , je jejich cena velmi vysoká a dostupnost obtížná. Cílem navrhovaného technického řešení je vytvořit vrstvenou membránu pro filtraci kapalin o kvalitě srovnatelné s membránami z přesně tkaných textilií s okem 5 až 10 μm , ale s významně nižší cenou.

35

Podstata technického řešení

Výše uvedeného cíle je dosaženo vrstvenou membránou pro síťovou filtraci kapalin, jejíž podstata spočívá v tom, že nosná filtrační vrstva je tvořena netkanou textilií typu spunbond nebo spunbond/meltblown/spunbond s plošnou hmotností typicky 50 až 100 g/m^2 a krycí filtrační vrstva je tvořena přesně tkanou textilií s okem 20 až 70 μm , přičemž obě vrstvy jsou spojeny laminací.

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

V navrhovaném provedení je materiálem nosné filtrační vrstvy typu spunbond nebo spunbond/meltblown/spunbond Polyester nebo polyetylentereftalát v klasické vlákenné či v bikomponentní formě. Přitom průřez vláken se může lišit od standardního kruhového.

Spojení nosné filtrační vrstvy a krycí filtrační vrstvy je provedeno bodovou laminací nebo laminací pomocí adhezní sítě nebo podobných prostředků; přičemž pojící plocha laminace spojující jednotlivé vrstvy membrány zaujímá maximálně 12 % filtrační plochy membrány.

Kompaktní spojení všech vrstev, tj. nosné filtrační vrstvy tvořené netkanou textilií a krycí filtrační vrstvy tvořené přesně tkanou textilií s větším okem, vhodnou adhezivní vrstvou řeší požadované vlastnosti. Nejslabším prvkem konstrukce membrány je laminace všech vrstev tak, aby bylo dosaženo především mechanické stability při tlakovém proplachu, resp. ostříku. Proto je nutné

55

realizovat speciální typ laminace, která takové mechanické nároky splní. Dále se předpokládá, že zařízení obsahující membránu bude servisováno, a přitom dojde k vyčištění hloubkové infiltrace částic a přípravě membrány na další etapu její funkčnosti. Tyto servisní zásahy se předpokládají jednou za dva až čtyři měsíce podle kvality filtrované odpadní vody. Tento servis předpokládá užití čisticích prostředků, a proto jsou na membránu kladeny i požadavky týkající se její chemické stability.

Objasnění výkresů

Vrstvená filtrační membrána, její užití a zařízení k její výrobě jsou znázorněny na přiložených výkresech, kde značí Obr. 1 vrstvy filtrační membrány, Obr. 2 zařízení k měření průtoku membránou, Obr. 3 pohled na nečistoty zachycené různými membránami, Obr. 4 řez pásovým laminátorem a Obr. 5 schéma zařízení pro nanášení adhezivního prostředku pomocí hlubotisku.

Příklady uskutečnění technického řešení

Vlastnosti filtrační membrány určuje obvykle zákazník a odpadní voda, kterou chce upravovat. Proto bylo vytvořeno několik variant vrstvených membrán a proměřeny jejich vlastnosti: mechanická pevnost, průtok, přičemž jako modelová voda sloužila výstupní voda z ČOV, míra zachytu definovaných mikročástic, chemická stabilita dlouhodobým smočením membrán do obvyklých čisticích prostředků. Chemická stabilita pak určuje i možnosti využití membrány na síťovou filtraci širokého spektra odpadních vod, a to kyselých i bazických. Technické řešení je zobrazeno na Obr. 1, kde vrstvená membrána obsahuje tři vrstvy. Nosná filtrační vrstva 3 je tvořena netkanou textilií typu spunbond (SB) nebo spunbond/meltblown/spunbond (SMS) s plošnou hmotností 50 až 100 g/m², krycí filtrační vrstva 1 je tvořena přesně tkanou textilií s okem 20 až 70 μm, přičemž mezi nimi je uložena adhezivní síťka 2.

Tato konstrukce byla uplatněna na 17 variantách technického řešení membrán a výsledky měření jsou následující:

1. Stanovení pevnostních charakteristik membrán

Měření byla provedena na univerzálním zkušebním stroji Labortech 4.050, který obsahuje snímač 5 kN, čelisti mechanické šíře 100 mm. Pevnostní charakteristiky vycházely z tahových zkoušek dodaných referenčních tkanin dvou typů textilií v suchém a mokřem stavu po 24 hod. smáčení. Zkoušky byly provedeny pro orientaci vláken osnova, útek a úhlopříčně. Statistické výsledky pro jeden ze vzorků jsou uvedeny v následující tabulce, kde v prvním sloupci jsou informace o membráně a v dalších sloupcích značí:

A_{max} [mm]tažnost vzorku při maximální dosažené síle v milimetrech

A_{max} [%]tažnost vzorku při maximální dosažené síle v procentech, vztaženo na původní délku vzorku, tedy upínací vzdálenost

F_{max} [N]maximální dosaženou sílu

W [J]práci vykonanou při přetržení vzorku. Ta je určena jako plocha pod pracovní křivkou

Přitom na prvním řádku jsou hodnoty pro suchou membránu ve směru osnovy, na druhém pro suchou membránu ve směru útku, na třetím pro suchou membránu úhlopříčně, na čtvrtém pro mokrou membránu ve směru osnovy, na pátém pro mokrou membránu ve směru útku a na šestém pro mokrou membránu úhlopříčně.

STAT	A max [mm]	A max [%]	F max [N]	W [J]
X dry-0	26,34	26,34	400,8	6,14
X dry-90	27,27	27,27	848,67	12,72
X dry-45	44,49	44,49	417,58	7,79
X wet-0	28,72	28,72	430,3	7,22
X wet-90	29,19	29,19	910,13	14,84
X wet-45	45,84	45,84	432,11	8,42

Z výsledků je zřejmé, že měření suchých a mokrých vzorků jsou si výsledkově velmi podobná a relativní chyba je menší než 3 %. Protože napínací síla membrány bude cca 20 až 30 N, bude relativní prodloužení, a tedy i změna velikostí pórů pro všechny tkaniny menší než 2 %, což efektivitu filtrace neovlivní.

2. Stanovení průtokových charakteristik textilií a vrstvených membrán

Velmi důležitým úkolem pro dosažení cílových parametrů síťové filtrace bylo proměření průtokových parametrů cca 30 připravených vzorků. Tyto byly připraveny volbou několika síťových tkanin s okem 20 až 100 μm tvořících krycí filtrační vrstvu 1, které jsou i cenově přijatelné pro přípravu vrstvené membrány. Dále byla použita různá adheziva jak pro bodovou laminaci, tak pro laminaci pomocí adhezivní síťky. Další varianty vznikly v souvislosti s využitím několika SB netkaných textilií od různých firem a různých plošných hmotnostech, protože právě nosná filtrační vrstva 3 netkané textilie bude primárně odpovědná za účinnost záchytu. Výsledky testů prokázaly, že i krycí filtrační vrstvy 1 tvořené tkaninou s okem 20 až 40 μm propustí při tlakovém spádu 3 kPa cca 8 až 15 $\text{l/m}^2 \cdot \text{s}$ filtrátu, což je dostatečná propustnost. Tedy lze předpokládat, že takto připravené vrstvené membrány zajistí požadovaný průtok výstupní vody z ČOV v intervalu 2 až 3 $\text{l/m}^2 \cdot \text{s}$ při požadované efektivitě záchytu. Je však nutné zdůraznit, že průtok je významně závislý na kvalitě vstupní vody. O té předpokládáme, že již prošla předúpravou v usazovacích nádržích a záchytem částic větších než alespoň 100 μm . Takže na membráně jsou ve vznosu zachytávány částice jen o velikosti 3 až 100 μm .

Měření průtoku vody z ČOV vrstvenými membránami.

Testy probíhaly na aparatuře k tomuto účelu sestavené. Jako kapalně médium byla zvolena odpadní voda z čistíren, ta byla kontinuálně dodávána na vstup, přičemž její hladina byla držena na konstantní hodnotě. Voda protékala vrstvenou membránou tvořenou vrstvami podle Obr. 1. Protéká ČOV voda, tedy filtrát, byla kontinuálně vážena vahami v uzlu „měření průtoku“ a zaznamenaná data o hmotnosti a čase posílána na počítač a tam zpracována na výsledné hodnoty průtoků - viz schéma měřicí aparatury na Obr. 2.

Rozdílná míra záchytu vrstvenými membránami je zřejmá z Obr. 3, který demonstruje, jak jednotlivá složení vrstvených membrán ovlivňují výsledný záchyt pevného podílu z odpadní vody.

Průtokový test byl prováděn na „čerstvé“ vodě z ČOV, přičemž jako „čerstvá“ byla značena voda v dostatečném množství pro realizaci alespoň hodinového testu s vždy novou vodou na vstupu. Z průtokového testu se ukázal očekávatelný trend postupného zanášení struktury vrstvené membrány nečistotami. Pokud byla prováděna regenerace membrány po cca 4 až 6 minutách, ustálila se střední hodnota průtoku na požadované hodnotě.

Provedené testy prokázaly, že dvě třetiny připravených vrstvených membrán splnily požadavek na velikost průtoku výstupní vody s ČOV na vstupu. Na základě těchto testů byly vybrány vhodné materiály pro konstrukci vrstvených membrán.

3. Filtrační účinnost.

Efektivita záchyty pevného podílu byla zjišťována orientačně nefelometrem – jako hodnotící kritérium tedy byla zvolena míra zákalu. Na základě získaných hodnot průtoků a účinnosti na syntetické vodě, tj. kohoutková voda + mikročástice definované velikosti 5 a 3.3 μm k tomuto účelu připravené, bylo cílem vyselektovat vhodné vzorky pro další fáze vývoje.

Kontinuálně - a to v intervalech 1, 10, 20, 40 a 60 minut – byly odebírány vzorky před a za membránou, a hodnocena míra jejich zákalu, tedy turbidita. Pro stanovení míry zákalu byl použit infračervený zákaloměr Lovibond TB 300 IR. Na základě získaných hodnot zákalu, které jsou v jednotkách NTU, po kalibraci proti etalonu – formazin, mezi vstupem a výstupem za membránou byla získána procentuálně její filtrační účinnost. Tyto výsledky ukázaly, že optimální varianty membrán filtrují i částicový podíl s velikostí jdoucí ke 3 μm . Výsledky filtrační účinnosti reprezentuje tabulka níže:

Tabulka 2. Filtrační účinnost membrán.

Filtrační účinnost 3.3 μm					
	%	Average	St. Dev	Po 20 min	Po 60 min
Nejnižší:	SEFAR23+Z38+PN55	5,3	1,5	5,18	3,84
	H2O 750+Z38+ESWEGEE	11,5	5,2	17,34	11,46
	H2O 1200+Z38+ESWEGEE	15,2	5,9	20,42	20,65
	H2O 750+Z38+PN55	15,7	2,8	14,3	18,75
	Extris30+Z38+ESWEGEE	17,4	6,5	23,83	12,24
	H2O 1200+Z38+SB BICO	22,7	16,1	10,88	50,77
Střední:	SEFAR 165 420 31+Z38+SB-BICO	27,3	9,7	31,83	29,94
	H2O 750+Z38+SB BICO	43,5	24,2	47,93	68,76
Nejvyšší:	SAATIFIL 12/7+Z38+SB-BICO	77,7	30,8	93,61	94,7
	SAATIFIL 12/7+Z38+ESWEGEE	89,0	16,7	97,53	97,86

4. Stanovení základní chemické odolnosti tkanin, netkaných textilií a použitých adheziv.

Navržená membrána je kompozitní a skládá se z nosné filtrační vrstvy 3 tvořené netkanou textilií, která plní jak funkci nosnou, tak i filtrační. Další částí membrány je krycí filtrační vrstva 1, tvořená tkanou textilií, která plní funkci krycí a filtrační. Obě tyto vrstvy jsou spojeny laminací na bázi adhezních sítěk 2 nebo bodového nánosu adheziva (Dotcoat). Filtrovaná voda bude mít obvykle pH v intervalu 5 až 9, ale předpokládáme, že zařízení bude čistit i vody kyselé s pH 2 až 5, resp. významně bazické s pH 9 až 11. Všechny materiály a adheziva použítá pro konstrukci vrstvené membrány jsou proti působení látek, jako jsou hydroxid sodný (NaOH), kyselina citronová (CA), kyselina chlorovodíková (HCl), peroxid vodíku (H₂O₂) a FOAM 226 (FO) dlouhodobě stabilní a po 22 dnech namočení v různých koncentracích nevykazovaly poškození, viz tabulky níže.

Tabulka 3. Odolnost materiálů v nízkém pH (kys. Citronová s pH 2).

Vzorek	Počet dnů v kontaktu			Hodnocení
PUR adhesivum, 16 gsm	7	14	18	Vzorky nevykazují známky deformace
coPA adhesivum, 12 gsm				
coPES adhesivum, 8 gsm				
coPES adhesivum, 12 gsm				
PET nonwoven, 100 gsm				
PET nonwoven, 60 gsm				
PN 55 – PET nonwoven				
Sefar 15 – PET tkanina				
Extris 60 – PET tkanina				

Tabulka 4. Odolnost materiálů ve vysokém pH (NaOH s pH 8-13).

5

Vzorek	Počet dnů v kontaktu	pH 8-13
PUR adhesivum, 16 gsm	7 a 18	Vzorky nevykazují známky deformace
coPA adhesivum, 12 gsm	7 a 18	
coPES adhesivum, 8 gsm	7 a 18	
coPES adhesivum, 12 gsm	7 a 18	
PET nonwoven, 100 gsm	7 a 18	
PET nonwoven, 60 gsm	7 a 18	
PN 55 – PET nonwoven	7 a 18	

5. Výroba vrstvené membrány a užití laminační techniky.

10 Podstatou je spojení krycí filtrační vrstvy 1 tvořené přesně tkanou textilií s nosnou filtrační vrstvou 3 tvořenou netkanou textilií tak, aby výsledkem byla mechanicky odolná a selektivně propustná membrána pro síťovou filtraci vody.

Uvažované laminační techniky:

15 A. samonosné adhezivum; jde o sítky, mřížky či pavučiny, které spojují jednu vrstvu textilie s druhou. Materiálové parametry jsou:

1. plošná hmotnost, struktura a polymer textilií
2. plošná hmotnost, struktura a polymer samonosného adheziva

20

B. nanášené adhezivum (hlubotisk = DoatCoat); jde o adhezivum ve formě sítě bodů či linií, které se nanáší pomocí perforovaného válce (gravury) na vybranou textilií a posléze pojíme dohromady s další textilií kalandrováním. Materiálové parametry jsou:

25

1. plošná hmotnost, struktura a polymer textilií
2. velikost a rozteč bodů/linií adheziva, polymer o dané pracovní teplotě, dané otevřené době a době formování

30

C. adhezivum jakožto součást textilie; jde o adhezivum ve formě bodů (často prášek), či lineárních útvarů nanesené na nosné filtrační vrstvě 3 tvořené netkanou textilií, nebo na krycí filtrační vrstvě 1 tvořené přesně tkanou textilií. Materiálové parametry jsou:

1. plošná hmotnost, struktura a polymer textilií
2. plošná hmotnost, tvar/forma, velikost a rozteč bodů adheziva

35

Laminační zařízení:

A. **Vyhříváný hydraulický lis** pro statickou laminaci. Parametry laminace jsou:

- 5 1. teplota [°C]
 2. tlak [kN]
 3. čas [sec]
 4. pořadí vrstev

10 Pásový laminátor pro kontinuální laminaci. Parametry laminace jsou:

1. teplota [°C]
 2. tlak [bar]
 3. rychlost posuvu [m/min]
 15 4. výška tunelu [mm]
 5. mezera mezi přitlačnými válci [mm]
 6. pořadí vrstev

Metoda hlubotisku (DotCoating) pro kontinuální laminaci. Parametry laminace jsou:

- 20 1. teplota [°C]
 2. tlak mezi válci – gravura, kalandr, návín [bar]
 3. rychlost posuvu [m/min]
 4. šířka nánosu [mm]
 25 5. pořadí vrstev

Na Obr. 4 je znázorněno schéma pásového laminátoru pro kontinuální laminaci. Vstupní materiál obsahující nosnou filtrační vrstvu 3, adhezni síťku 2 a krycí filtrační vrstvu 1 je vložen na vstup 10 laminátoru, prochází vyhřívánou zónou 11 a je slaminován dvěma válci 12. Poté prochází zónou 13 bez ohřevu, kde se ochlazuje a vyjíždí na výstupu 14.

Na Obr. 5 je znázorněno schéma zařízení pro kontinuální laminaci hlubotiskem. Na vstup zařízení je přiváděna nosná filtrační vrstva 3 tvořená PES netkanou textilií. Na ni je nanášeno PUR adhezivum z vyhříváného zásobníku 21 pomocí vyhříváného gravírovaného válce 22, od něhož je nosná filtrační vrstva 3 s naneseným adhezivem přiváděna ke spodnímu válci 23 kalandru, na jehož horní válec 24 je přiváděna krycí filtrační vrstva 1 tvořená přesně tkanou textilií. Kalandrovací válce 23, 24 (mohou být též vyhříváné) potom zajišťují spojení nosné filtrační vrstvy 3 s krycí filtrační vrstvou 1, čímž vzniká vrstvená membrána, která je dále vedena k navíjecímu zařízení 25.

40 Dále je uveden jeden příklad výroby vrstvené filtrační membrány podle výše uvedeného technického řešení.

Prototyp vrstvené membrány s provozním rozměrem 580 x 700 mm v celkovém počtu 28 kusů. Jako optimální parametry laminace na pásovém laminátoru byly zvoleny:

45 Teplota = 98 °C; přítlak mezi válci = 5,2 bar; rychlost posuvu/odvinu/návín = 1 m/min.

Membrána se skládala z následujících vrstev:

50 Nosná filtrační vrstva **3** (PET netkaná textilie SB Bico 60 gsm)

Adhezni síťka 2 (CoPES 12 gsm)

Krycí filtrační vrstva 1, tvořená PET tkanou textilií Sefar H2O 1200 (*Sefar AG*)

55

Jednotlivé vrstvy byly nejprve nařezány na požadovaný rozměr a poté naskládány na sebe – takto uspořádaný celek byl opatrně vložen mezi dva pečící papíry, aby se zamezilo kontaktu přebytečného adheziva s povrchem pásu a membrána byla z obou stran chráněna. Poté následovalo vložení materiálu na pásy laminátoru a samotná laminace. Materiál vyjžděl na pásu do vyhřívané zóny mezi válce s nastaveným pracovním tlakem na 5 Bar. Teplota uvnitř vyhřívané zóny byla pro jistotu kontrolována termočlánkem. Na výstupu vyjžděl slaminovaný materiál již v podobě vrstvené membrány.

10 Průmyslová využitelnost

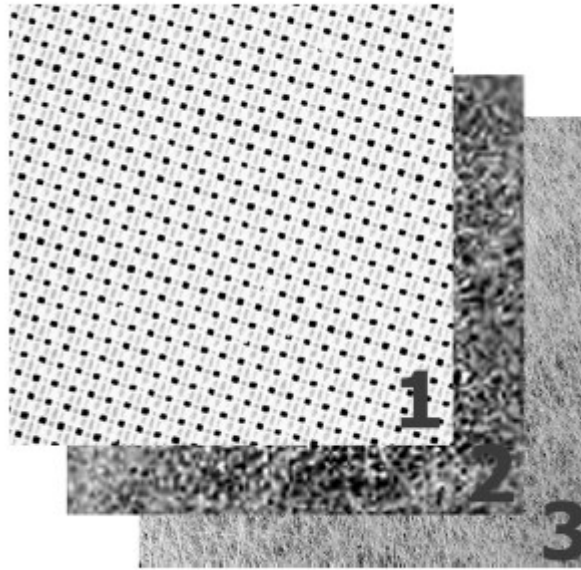
Vrstvená filtrační membrána podle uvedeného technického řešení je určena pro filtraci různých kapalin. Hlavní využití se předpokládá především v oblasti dočištění komunálních odpadních vod z BIO-ČOV. Na tyto vody byly parametry a charakterizace membrán testovány. Využití membrán může být i v oblasti čištění a recyklace vod průmyslových. Vzhledem k chemické charakterizaci membrán, mohou být tyto užívány i v potravinářství pro recyklace technologických vod.

Pro průmyslovou využitelnost membrány jsou pak důležité vlastní konstrukční návrhy jejího použití, výpočet aktivní plochy membránové jednotky pro zajištění požadovaného průtoku, který může být pro různé typy vod rozdílný. Podstatné pro průmyslové využití jsou však především provozní podmínky, které předpokládají periodické ostříky membrány a odvody kalů mimo prostor čištěných vod.

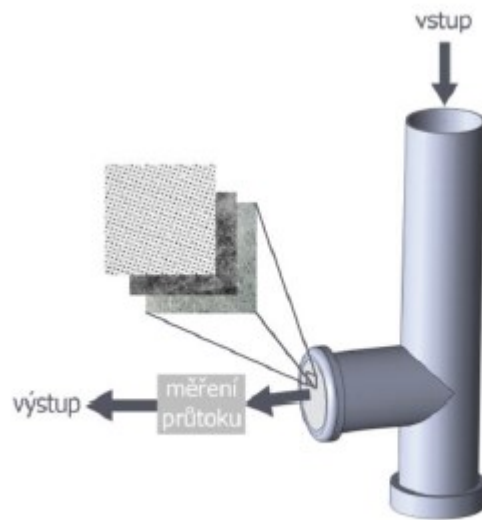
NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Vrstvená membrána pro sítovou filtraci kapalin, zejména komunálních a průmyslových odpadních vod obsahujících mikročástice, obsahující nosnou filtrační vrstvu (3) a krycí filtrační vrstvu (1), mezi nimiž je uložena adhezivní vrstva, **vyznačující se tím**, že nosná filtrační vrstva (3) je tvořena netkanou textilií typu spunbond nebo spunbond/meltblown/spunbond s plošnou hmotností 50 až 100 g/m² a krycí filtrační vrstva (1) je tvořena přesně tkanou textilií s okem 20 až 70 μm, přičemž obě vrstvy (1, 3) jsou spojeny laminací.
- 10 2. Vrstvená membrána podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nosná filtrační vrstva (3) typu spunbond nebo spunbond/meltblown/spunbond je tvořena polyesterovými vlákny nebo vlákny polyethylentereftalátu.
- 15 3. Vrstvená membrána podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že vlákna nosné filtrační vrstvy (3) jsou bikomponentní.
- 20 4. Vrstvená membrána podle libovolného z předcházejících nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že vlákna nosné filtrační vrstvy (3) mají nekrhový průřez.
5. Vrstvená membrána podle libovolného z předcházejících nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že spojení nosné filtrační vrstvy (3) a krycí filtrační vrstvy (1) je provedeno bodovou nebo liniíovou laminací nebo laminací pomocí adhezivní síťky (2).
- 25 6. Vrstvená membrána podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že plocha slaminovaného spojení všech vrstev membrány zaujímá maximálně 12 % plochy membrány.

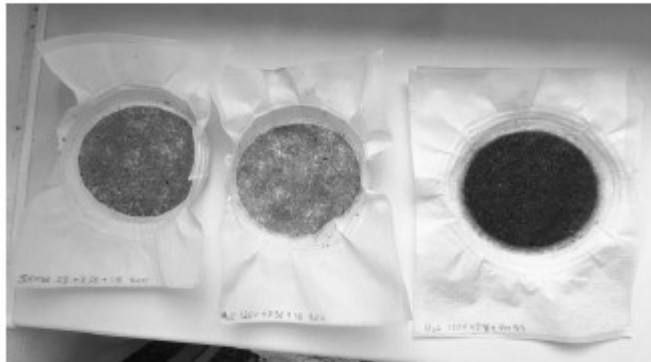
3 výkresy



Obr. 1



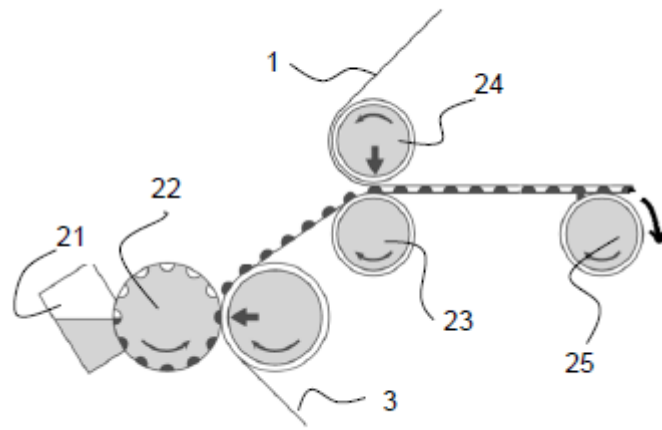
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5