

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

30 004

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B05B 1/04 (2006.01)

B82B 3/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2016-32786**
(22) Přihlášeno: **08.09.2016**
(47) Zapsáno: **15.11.2016**

(73) Majitel:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Pavel Pokorný, Ph.D., Frýdlant v
Čechách, CZ
Ing. Lenka Blažková, Jablonec nad Nisou, CZ
Ing. Josef Skřivánek, Frýdlant v Čechách, CZ
Ing. Tomáš Kalous, Liberec 30, CZ
doc. Ing. Bc. Eva Kuželová-Košťáková, Ph.D.,
Turnov, CZ
prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc., Liberec 30, CZ
Ing. Martin Diblík, Ph.D., Liberec, CZ
prof. RNDr. David Lukáš, CSc., Liberec 6, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Zábrdovická 11, 615 00 Brno

(54) Název užitného vzoru:
**Zařízení pro výrobu nanovláken a/nebo
mikrovláken odstředivým zvlákňováním
roztoku nebo taveniny polymeru**

CZ 30004 U1

Zařízení pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru

Oblast techniky

5 Technické řešení se týká zařízení pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru.

Dosavadní stav techniky

Počátky odstředivého zvlákňování jsou obecně spjaty zejména s výrobou cukrové vaty a elektrifikací tohoto procesu – viz např. US 788842 a US 844939, a také s výrobou skelné nebo minerální vaty – viz např. US 2199309, US 2431205, US 2587710, US 3048886, US 4046539.
10 S rozvojem polymerního průmyslu se pak tento způsob začal používat i pro zvlákňování termoplastických materiálů – viz např. US 2480954, US 2964786, US 2984864 nebo US 3317954, přičemž se v průběhu 20. století u této technologie postupně vyvinulo několik odlišných přístupů.

Prvním a nejrozšířenějším z nich je tzv. tryskový přístup, u kterého je zvlákňovací hlavice tvořená přímo zásobníkem materiálu pro zvlákňování. Její stěna je přitom perforovaná skupinou
15 otvorů, které mohou být navíc propojené s dutými jehlami (tryskami) – viz např. US 4348341, US 7655175, CZ 303297, US 8231378, US 1500931 nebo CA 2548745, kterými se během rotace odstředivou silou vytlačuje materiál pro zvlákňování, který pak formuje jednotlivá vlákna. Přitom je známé, že narůstající délka vedení zvlákňovaného materiálu pozitivně ovlivňuje morfologii vláken, neboť v dostatečně dlouhém vedení dochází k výhodné orientaci makromolekulárních
20 řetězců. Tento přístup vede zpravidla k výrobě jemnějších vláken. Jeho nevýhodou je složité čištění zvlákňovací hlavice a jejích dutých jehel.

Druhým způsobem je tzv. netryskový přístup, který je odvozený od technologie výroby částic – viz např. US 3015128, nebo tenkých filmů na rotujících předmětech – tzv. „spinning“ – viz
25 např. US 4068019 nebo US 4267212. Při tomto přístupu se na povrchu rotující zvlákňovací hlavy (nejčastěji ve tvaru disku nebo kónické nádoby, apod.) vytváří film, který se na hraně této zvlákňovací hlavy díky vlivu Plateau-Rayleighovy nestability odtrhává ve formě vláken – viz např. US 4294783, US 4323524, US 8277711 nebo US 8303874. Z článku Weitz a kol.: „Polymer nanofibers via nozzle-free centrifugal spinning“, Nano Lett. 2008 Apr; 8(4):1187-91 je pak známá možnost vytvářet tímto způsobem nanovlákná s průměrem kolem 25 nm. Nevýhodou tohoto přístupu je to, že během zvlákňování se na povrchu zvlákňovací hlavy postupně vytváří stále
30 silnější vrstva zaschlého materiálu, která v dalším průběhu zvlákňování značně zvyšuje počet defektů (tj. kapek) ve vytvářené vlákenné vrstvě, a snižuje tak její kvalitu a další využitelnost.

Kromě toho dále existují také způsoby založené na kombinaci odstředivých a elektrostatických sil, které obvykle dosahují lepší orientace vytvářených vláken, která se při nich ukládají na elek-
35 tricky nabitým nebo uzemněným kolektoru – viz např. DE 102007027014, CN 101787573 nebo US 8110136. V těchto případech se navíc zpravidla tvoří vlákna s relativně úzkou distribucí průměrů. Nevýhodou tohoto způsobu je jeho vysoká technologická náročnost a zejména to, že přívodem vysokého napětí na zvlákňovací hlavu se de facto eliminují všechny výhody odstředivého zvlákňování, jako je absence vysokého napětí, absence uzemněného nebo elektricky nabitého
40 kolektoru, atd. Zařízení pracující na tomto principu navíc nejsou principiálně schopná pracovat nepřerušovaně delší dobu.

Další alternativou je pak technologie „gas jet spinning“, u které se do roztoku nebo taveniny po-
lymeru ve zvlákňovací hlavě vhání plyn, který roztoku nebo tavenině napomáhá pronikat
45 zvlákňovacími otvory – viz např. US 4790736, US 4898634 nebo US 5622671. Nevýhodou tohoto způsobu je opět vysoká technologická náročnost, neboť je mj. nutné přivádět plyn do vnitřního prostoru zvlákňovací hlavy, která se otáčí velkou rychlostí, přičemž aktuální spojky, které jsou toho schopny, vyžadují pro svůj provoz výkonné chlazení. Cílem technického řešení je navrhnout zařízení pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, které by netrpělo nedostatky stavu techniky, a přitom bylo kompaktní,
50 spolehlivé a energicky nenáročné, a bylo schopné eliminovat vady vytvářených vláken.

Podstata technického řešení

Cíle technického řešení se dosáhne zařízením pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, které obsahuje rotačně uloženou, dutou a z jedné strany otevřenou zvlákňovací hlavu uloženou na hřídeli, do jejíhož vnitřního prostoru je vyústěno vedení roztoku nebo taveniny polymeru, a jejíž vnitřní průřez se alespoň po části její výšky směrem od jejího dna plynule a/nebo alespoň jednou skokově zvětšuje, a jejíž čelo na jejím otevřeném konci tvoří zvlákňovací plochu. Podstata tohoto zařízení pak spočívá v tom, že zvlákňovací hlava je uložena v prostoru vymezeném vnitřním pláštěm, který je alespoň na části své délky a/nebo ve své podstavě perforován průchozími otvory, a který je proti zvlákňovací ploše zvlákňovací hlavy otevřený nebo opatřený výstupním otvorem, přičemž ve vnitřním prostoru tohoto vnitřního pláště, za dnem zvlákňovací hlavy, je uložen alespoň jeden ventilátor, nebo je do tohoto prostoru vyústěn výstup alespoň jednoho ventilátoru. Vnitřní plášť se zvlákňovací hlavou je pak uložen v prostoru vymezeném vnějším pláštěm, který je proti zvlákňovací ploše zvlákňovací hlavy otevřený nebo opatřený výstupním otvorem, přičemž mezi vnitřním povrchem vnějšího pláště a vnějším povrchem vnitřního pláště je vytvořen volný prostor, ve kterém je uložen alespoň jeden ventilátor, nebo do kterého je vyústěn výstup alespoň jednoho ventilátoru. Toto uspořádání umožňuje vytvořit v prostoru zvlákňovací hlavy vzduchovou clonu, která usměrňuje vytvářená nanovlákná ven ze zvlákňovacího zařízení, a současně eliminuje kapky roztoku nebo taveniny polymeru, neboť ty jí procházejí a zachytávají se na jednom z plášťů zařízení.

Ve výhodné variantě provedení je ventilátor ve vnitřním prostoru vnitřního pláště tvořen vrtulí nebo lopatkovým kolem uloženým na hřídeli zvlákňovací hlavy, která/teré se otáčí spolu s ní.

Z konstrukčního hlediska je nejvýhodnější provedení, kdy mají vnitřní plášť i vnější plášť tvar válce a jsou uloženy navzájem souose.

Aby byla vytvářená vzduchová clona rovnoměrná, je výhodné, pokud je do volného prostoru mezi vnitřním povrchem vnějšího pláště a vnějším povrchem vnitřního pláště vyústěno více ventilátorů, např. dva ventilátory proti sobě, nebo pokud je do tohoto prostoru vyústěn výstup jednoho ventilátoru na více místech.

Pro další eliminaci kapek roztoku nebo taveniny polymeru je zvlákňovací ploše zvlákňovací hlavy přiřazen stírací prostředek, který z ní stírá neztvárněný nebo přebytečný materiál.

Objasnění výkresu

Na přiloženém výkrese je na obr. 1 schematicky znázorněn řez příkladnou variantou zařízení pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru podle technického řešení.

Příklady uskutečnění technického řešení

Zařízení 1 pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru podle technického řešení pracuje na principu beztryskového hladinového odstředivého zvlákňování. Toto zařízení obsahuje rotačně uloženou zvlákňovací hlavu 2, která je tvořena z jedné strany otevřenou nádobou, do jejíhož vnitřního prostoru 20 je, s výhodou přes její dno 21 a na ose její rotace 210, vyústěno alespoň jedno vedení 3 roztoku nebo taveniny polymeru. V případě potřeby může být vyústění tohoto vedení 3 opatřeno neznázorněným krytem, ve kterém je vytvořen alespoň jeden průchozí otvor a/nebo je mezi ním a vyústěním vedení 3 vytvořena vůle pro průchod roztoku nebo taveniny polymeru. V provedení znázorněném na obr. 1 má vnitřní prostor 20 zvlákňovací hlavy 2 tvar komolého kuželu, avšak v dalších, neznázorněných variantách provedení může mít její vnitřní prostor 20 v podstatě libovolný jiný tvar, s výhodou však tvar rotačně souměrného tělesa, jako např. válce, hyperboloidu nebo paraboloidu, tělesa složeného z několika takových těles, atd., přičemž je obecně výhodné, pokud se alespoň po části její výšky směrem od jejího dna 21 plynule (lineárně, konvexně, konkávně) zvětšuje její vnitřní průřez a/nebo pokud se její vnitřní průřez v tomto směru alespoň v jenom místě zvětšuje skokově.

Tato zvlákňovací hlava 2 je pak spřažená s pohonem 4 pro její rotační pohyb; v provedení znázorněném na obr. 1 prostřednictvím převodu 24, přičemž v tomto provedení současně slouží dutý hřídel 5, na kterém je zvlákňovací hlava 2 uložena, jako vedení 3 roztoku nebo taveniny polymeru z neznázorněného zásobníku do vnitřního prostoru 20 zvlákňovací hlavy 2.

5 Plocha čela na otevřeném konci zvlákňovací hlavy 2 představuje zvlákňovací plochu 6 zvlákňovací hlavy 2. Ve znázorněné variantě provedení se jedná o rovinnou plochu ve tvaru mezikruží, která je kolmá k ose 210 rotace zvlákňovací hlavy 2, avšak v jiných, neznázorněných variantách provedení může být tvar této plochy jiný a/nebo v ní mohou být vytvořeny radiální drážky, které
10 (nanovláken a/nebo mikrovláken). Zvlákňovací ploše 6 v kterémkoliv provedení je s výhodou přiřazen alespoň jeden stírací prostředek 7 pro stírání nezlákňového nebo přebytečného roztoku nebo taveniny polymeru.

Zvlákňovací hlava 2 je uložena v prostoru vymezeném vnitřním pláštěm 8 zařízení 1 pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru,
15 který je proti zvlákňovací ploše 6 zvlákňovací hlavy 2 otevřený, resp. opatřený výstupním otvorem 80. Tento vnitřní plášť 8 má s výhodou rotačně souměrný tvar – ve variantě provedení znázorněné na obr. 1 válcový, a je alespoň na části své délky a/nebo ve své podstavě perforován průchozími otvory 81. V dalších variantách provedení může být tvar vnitřního pláště v podstatě libovolný jiný, ve všech variantách je ale výhodné, pokud je jeho výstupní otvor 80 uspořádan
20 souose s osou souměrnosti zvlákňovací hlavy 2, resp. s osou 210 její rotace.

Ve vnitřním prostoru vnitřního pláště 8, za dnem 21 zvlákňovací hlavy 2, je, s výhodou souose se zvlákňovací hlavou 2, uložen alespoň jeden ventilátor, nebo je do tohoto prostoru vyústěn výstup alespoň jednoho ventilátoru. Ve variantě provedení znázorněné na obr. 1 je pak tento ventilátor tvořen vrtulí 9 nebo lopatkovým kolem uloženým přímo na dutém hřídeli 5 zvlákňovací hlavy 2.

25 Vnitřní plášť 8 se zvlákňovací hlavou 2 je pak uložen v prostoru vymezeném vnějším pláštěm 10 zařízení 1 pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru. Tento vnější plášť 10 má s výhodou rotační tvar – ve variantě provedení znázorněné na obr. 1 válcový, avšak v dalších variantách provedení může být jeho tvar v podstatě libovolný jiný, a je, stejně jako vnitřní plášť 8, proti zvlákňovací ploše 6 zvlákňovací hlavy 2
30 otevřený, resp. opatřený výstupním otvorem 100. Ve všech variantách provedení je přitom výhodné, pokud je jeho výstupní otvor 100 uspořádan souose se výstupním otvorem 80 vnitřního pláště 8 a tedy i souose s osou souměrnosti zvlákňovací hlavy 2, resp. s osou 210 její rotace.

Mezi vnitřním povrchem vnějšího pláště 10 a vnějším povrchem vnitřního pláště 8 je přitom vytvořen volný prostor 810, který má ve variantě znázorněné na obr. 1 příčný průřez ve tvaru mezikruží. V tomto prostoru 810 je pak uložen alespoň jeden ventilátor, nebo je do něj alespoň
35 v jednom místě vyústěn výstup alespoň jednoho ventilátoru, přičemž v případě, kdy jsou do tohoto prostoru 810 vyústěny výstupy více ventilátorů 11, nebo je do něj ve více místech vyústěn výstup jednoho ventilátoru 11, je z hlediska rovnoměrnosti přívodu vzduchu výhodné, pokud jsou tato místa nebo výstupy uspořádány rovnoměrně po obvodu vnějšího pláště 10. Ve variantě znázorněné na obr. 1 jsou pak do tohoto prostoru 810, kolmo k ose 210 rotace zvlákňovací hlavy 2
40 vyústěny proti sobě uspořádané výstupy dvou ventilátorů 11.

Na obr. 1 je znázorněná příkladná varianta provedení zařízení 1 pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, u které jsou válcový
45 vnější plášť 8, válcový vnitřní plášť 10 a zvlákňovací hlava 2 uloženy souose (což však pro všechny varianty provedení není podmínkou) s horizontálně orientovanou osou 210 rotace zvlákňovací hlavy 2. V neznázorněných variantách provedení však může být celé zařízení orientováno jinak, přičemž osa rotace 210 zvlákňovací hlavy může být orientovaná vertikálně nebo šikmo nahoru nebo dolů.

Při odstředivém zvlákňování se zvlákňovací hlava 2 otáčí okolo osy 210 rotace, přičemž roztok nebo tavenina polymeru, který/která se přivádí vedením 3 do jejího vnitřního prostoru 20
50 z neznázorněného zásobníku se vlivem odstředivých sil formuje do tenké vrstvy na jejím vnitřním povrchu a díky tvaru tohoto vnitřního povrchu se po něm pohybuje směrem ke zvlákňovací

ploše 6 zvlákňovací hlavy 2. Tloušťka této vrstvy se přitom s rostoucím vnitřním průřezem zvlákňovací hlavy 2 postupně zmenšuje, až se tato vrstva rozpadne na několik samostatných proudů. Z nich se pak na zvlákňovací ploše 6 zvlákňovací hlavy 2 vlivem Plateau-Rayleighovy nestability odtrhávají jemné paprsky roztoku nebo taveniny polymeru, které při svém následném
 5 tuhnutí vytváří polymerní nanovlákná a/nebo mikrovlákná. Takto vytvořená nanovlákná a/nebo mikrovlákná se pak pohybují v prostoru setrvačnosti v podstatě kolmo na osu otáčení 210 zvlákňovací hlavy 2. Přitom jsou postupně vychylována mimo kontakt s některým z plášťů 8, 10 vzduchovou clonou (tečkované šipky na obr. 1) vytvořenou ventilátorem umístěným nebo vyústěným do prostoru vnitřního pláště 8, resp. ve variantě provedení znázorněné na obr. 1 vrtulí 9
 10 nebo lopatkovým kolem, která/které se otáčí společně se zvlákňovací hlavou 2 a vytváří tak proud vzduchu, který kopíruje vnější povrch zvlákňovací hlavy 2, a ventilátorem 10 (ventilátory) umístěným nebo vyústěným do prostoru 810 mezi vnitřním povrchem vnějšího pláště 10 a vnějším povrchem vnitřního pláště 8, ven z tohoto zařízení 1. Průchozí otvory 81 ve vnitřním plášti 8 přitom umožňují průnik vzduchu z vnějšku k ventilátoru, resp. vrtuli 9 nebo lopatkovému kolu
 15 umístěnému ve vnitřním prostoru vnitřního pláště 8. Kromě toho, je však tato vzduchová clona současně prostupná pro větší kapky roztoku nebo taveniny polymeru, které se během zvlákňování odtrhávají ze zvlákňovací plochy 6 nebo jiných částí zvlákňovací hlavy 2, přičemž jí tyto kapky díky své hmotnosti, která je několikanásobně větší než hmotnost vytvářených vláken, pronikají a zachytávají se na vnitřním plášti 8 nebo vnějším plášti 10. Díky tomu nedopadají na neznázorněný kolektor, na kterém se ukládají vytvářená nanovlákná a/nebo mikrovlákná, a nevytváří
 20 v jejich struktuře nežádoucí defekty. Snížení množství kapek současně napomáhá také stírací prostředek 7, který ze zvlákňovací plochy 6 stírá nezvlákněný nebo přebytečný roztok nebo taveninu polymeru.

25 Vytvořená polymerní nanovlákná a/nebo mikrovlákná se pak vhodným usměrněním nebo tvarováním vzduchové clony, která je unáší, případně doplněním dalšího proudu vzduchu, buď ukládají v požadované formě na podkladu (např. ve formě plošné vrstvy), nebo se pohybují prostorem (např. ve formě vlákenné vlečky, která je např. použitelná pro výrobu příze, bez nutnosti předchozího uložení na jakémkoli podkladu).

NÁROKY NA OCHRANU

30 1. Zařízení (1) pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, které obsahuje rotačně uloženou, dutou a z jedné strany otevřenou zvlákňovací hlavu (2), uloženou na hřídeli (5), do jejíhož vnitřního prostoru (20) je vyústěno vedení (3) roztoku nebo taveniny polymeru a jejíž vnitřní průřez se alespoň po části její výšky směrem od jejího dna (21) plynule a/nebo alespoň jednou skokově zvětšuje, a jejíž čelo na jejím
 35 otevřeném konci tvoří zvlákňovací plochu (6), **vyznačující se tím**, že zvlákňovací hlava (2) je uložena v prostoru vymezeném vnitřním pláštěm (8), který je alespoň na části své délky a/nebo ve své podstavě perforován průchozími otvory (81), a který je proti zvlákňovací ploše (6) zvlákňovací hlavy (2) otevřený nebo opatřený výstupním otvorem (80), přičemž ve vnitřním prostoru tohoto vnitřního pláště (8), za dnem (21) zvlákňovací hlavy (2), je uložena alespoň jeden ventilátor, nebo je do tohoto prostoru vyústěn výstup alespoň jednoho ventilátoru,
 40 a vnitřní plášť (8) se zvlákňovací hlavou (2) je uložena v prostoru vymezeném vnějším pláštěm (10), který je proti zvlákňovací ploše (6) zvlákňovací hlavy (2) otevřený nebo opatřený výstupním otvorem (100), přičemž mezi vnitřním povrchem vnějšího pláště (10) a vnějším povrchem vnitřního pláště (8) je vytvořen volný prostor (810), ve kterém je uložena alespoň jeden
 45 ventilátor (11), nebo do kterého je vyústěn výstup alespoň jednoho ventilátoru (11).

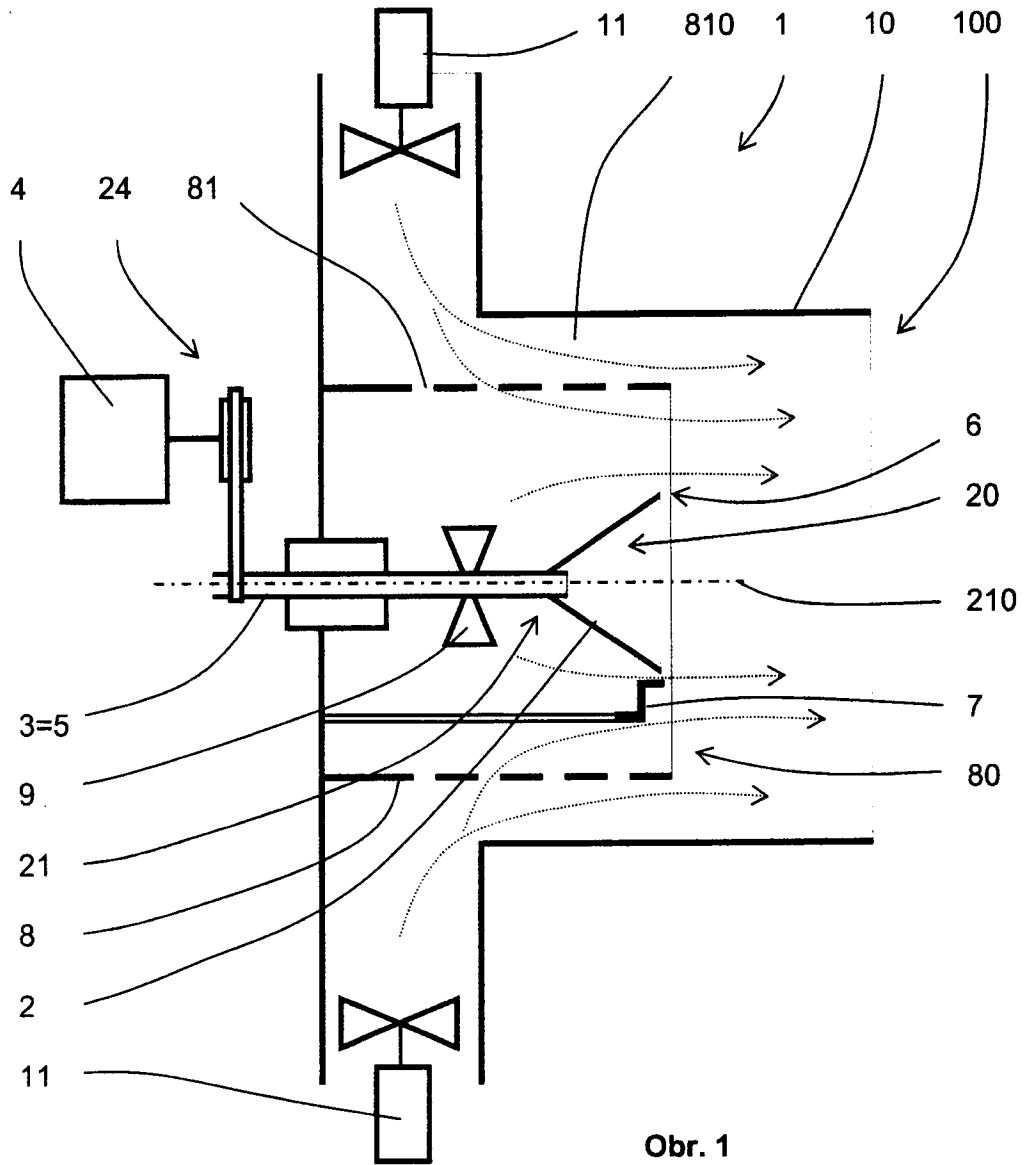
2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že ventilátor ve vnitřním prostoru vnitřního pláště (8) je tvořen vrtulí (9) nebo lopatkovým kolem uloženým na hřídeli (5) zvlákňovací hlavy (2).

3. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vnitřní plášť (8) má tvar válce.
4. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vnější plášť (100) má tvar válce.
5. Zařízení podle nároku 1, 3 a 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vnitřní plášť (8), vnější plášť (10) a zvlákňovací hlava (2) jsou uloženy navzájem souose.
6. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že do volného prostoru (810) mezi vnitřním povrchem vnějšího pláště (10) a vnějším povrchem vnitřního pláště (8) jsou proti sobě vyústěny výstupy dvou ventilátorů (11).
- 10 7. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že zvlákňovací ploše (6) zvlákňovací hlavy (2) je přiřazen stírací prostředek (7).

1 výkres

Seznam vztahových značek:

	1	zařízení pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru
15	2	zvlákňovací hlava
	20	vnitřní prostor zvlákňovací hlavy
	21	dno zvlákňovací hlavy
	210	osa rotace zvlákňovací hlavy
	24	převod
20	3	vedení roztoku nebo taveniny polymeru
	4	pohon zvlákňovací hlavy
	5	hřídel zvlákňovací hlavy
	6	zvlákňovací plocha zvlákňovací hlavy
	7	stírací prostředek
25	8	vnitřní plášť zařízení pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru
	80	výstupní otvor vnitřního pláště
	81	průchozí otvor ve stěně nebo podstavě vnitřního pláště
	810	prostor mezi vnitřním a vnějším pláštěm
30	9	vertule nebo lopatkové kolo na hřídeli zvlákňovací hlavy
	10	vnější plášť zařízení pro výrobu nanovláken a/nebo mikrovláken odstředivým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru
	100	výstupní otvor vnějšího pláště
	11	ventilátor.



Konec dokumentu