# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

**Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.**

(21) Číslo dokumentu:

**2017-521**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

| | |
|---|---|
| ***D04H 1/728*** | (2012.01) |
| ***D01D 5/06*** | (2006.01) |
| ***D01D 5/08*** | (2006.01) |
| ***B82B 3/00*** | (2006.01) |

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **07.09.2017**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **10.04.2019**

**(Věstník č. 15/2019)**

(71) Přihlašovatel:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-Staré Město, CZ

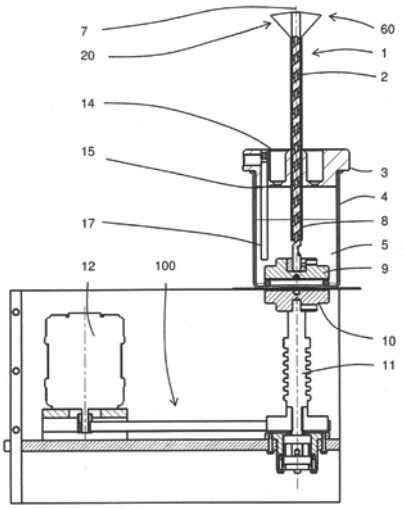
(72) Původce:
prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc., Liberec, Liberec XXX-Vratislavice nad Nisou, CZ
prof. Ing. David Lukáš, CSc., Liberec, Liberec VI-Rochlice, CZ
doc. Ing. Pavel Pokorný, Ph.D., Frýdlant, Větrov, CZ
Ing. Tomáš Kalous, Liberec, Liberec XXX-Vratislavice nad Nisou, CZ
Ing. Jan Valtera, Ph.D., Liberec, Liberec I-Staré Město, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing. Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00 Brno, Zábrdovice

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, zvlákňovací elektroda pro tento způsob, a zařízení pro výrobu polymerních nanovláken osazené alespoň jednou takovou zvlákňovací elektrodou**

(57) Anotace:
Vynález se týká zvlákňovací elektrody (1) pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny (5) polymeru, která obsahuje vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru, jehož jedno čelo (6) tvoří zvlákňovací plochu (60) zvlákňovací elektrody (1), nebo které je na jednom svém konci opatřené rozšířením (20), na kterém je vytvořená směrem dolů zaoblená nebo zalomená zvlákňovací plocha (60) zvlákňovací elektrody (1). Podstatou této elektrody je to, že ve vnitřním prostoru jejího vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) je otočně uložený šnekový hřídel (8), který s vnitřní stěnou tohoto vedení (2) tvoří šnekový dopravník. Tento šnekový hřídel (8) přitom vystupuje svým spodním koncem mimo toto vedení (2) a je na tomto konci spojený s nábojem (9) magnetické spojky nebo opatřený prostředky pro spojení s nábojem (9) magnetické spojky. Kromě toho se vynález týká také zařízení pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru a způsobu pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru.




CZ 2017 - 521 A3

# Způsob pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, zvlákňovací elektroda pro tento způsob, a zařízení pro výrobu polymerních nanovláken osazené alespoň jednou takovou zvlákňovací elektrodou

## Oblast techniky

Vynález se týká způsobu pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru.

Vynález se dále týká také zvlákňovací elektrody pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru tímto způsobem.

Kromě toho se vynález týká také zařízení pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru osazeného alespoň jednou takovou zvlákňovací elektrodou.

## Dosavadní stav techniky

V současné době je velmi dobře známý způsob pro výrobu polymerních nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, který je založený na využití stejnosměrného elektrického napětí. Při něm se na alespoň jednu zvlákňovací elektrodu tvořenou trubičkou, kapilárou nebo tryskou přivádí stejnosměrné elektrické napětí jedné polarity a na alespoň jednu sběrnou elektrodu, tzv. kolektor, uspořádanou proti této zvlákňovací elektrodě/elektrodám přivádí stejnosměrné elektrické napětí opačné polarity. V některých variantách může být některá z elektrod nebo skupin elektrod i uzemněná. V obou případech se přitom mezi sběrnou elektrodou/elektrodami a zvlákňovací elektrodou/elektrodami vytváří elektrostatické pole, které svým silovým působením na roztok nebo taveninu polymeru, který/která se do tohoto pole přivádí dutinou ve zvlákňovací elektrodě, formuje na jeho/její hladině tzv. Taylorovi kužely, ze kterých následně vydlužuje polymerní nanovlákna. Ta jsou poté tímto elektrostatickým polem unášena směrem ke sběrné elektrodě/elektrodám a obvykle se před kontaktem s ní/nimi zachytávají na povrchu statického nebo pohybujícího se kolektoru, nejčastěji textilie.

Z CZ patentu 304137 je pak známý způsob pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, při kterém se využívá střídavé elektrické napětí, které se přivádí na zvlákňovací elektrodu/elektrody. Elektrické pole se při něm vytváří mezi touto zvlákňovací elektrodou a opačně nabitými ionty vzduchu a/nebo plynu, které v její blízkosti vznikají ionizací okolního vzduchu nebo jiného plynu a/nebo které se do její blízkosti přivádí z iontového zdroje, a/nebo opačně nabitými nanovlákny vytvořenými v předchozím okamžiku. Díky pravidelné změně fáze a polarity střídavého napětí na zvlákňovací elektrodě nesou jednotlivá nanovlákna nebo dokonce různé úseky jednotlivých nanovláken opačné elektrické náboje, v důsledku čehož se téměř ihned po svém vzniku působením elektrostatických sil shlukují do útvaru ve formě rukávce, ve kterém jednotlivá polymerní nanovlákna mění svůj směr v úsecích o délce jednotek mikrometrů, a vytváří nepravidelnou mřížkovou strukturu vzájemně hustě provázaných nanovláken s opakujícími se místy kontaktu mezi nimi, kterou je možné použít např. pro pokrývání různých povrchů, vč. nití, apod.

Z CZ 2015-928 je pak známý způsob pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru s využitím střídavého napětí, při kterém se na zvlákňovací plochu vytvořenou na rozšířeném čele zvlákňovací elektrody ve tvaru kapiláry přivádí nadbytek roztoku nebo taveniny polymeru, část z něj/ní se zvlákní a zbytek omývá

zvlákňovací plochu zvlákňovací elektrody a působením gravitace z ní stéká na navazující odváděcí plochu, na které již ke zvlákňování nedochází. Díky tomu na zvlákňovací ploše zvlákňovací elektrody neulpívají zatuhlé zbytky nezvlákněného roztoku nebo taveniny polymeru ani nanovlákna vytvořená při předchozím zvlákňování a zvlákňování tak může probíhat s nezměněnou intenzitou po v podstatě neomezenou dobu.

Kromě toho je z CZ 2015-928 také známých několik provedení zvlákňovací elektrody s rozšířeným čelem pro výše popsaný způsob elektrického zvlákňování, jejichž společným znakem je to, že kolem alespoň části ústí vedení roztoku nebo taveniny polymeru je vytvořená zvlákňovací plocha zaoblená směrem dolů, pod toto ústí.

Nevýhodou v současné době známých způsobů pro elektrické zvlákňování s využitím střídavého, ale i pro elektrostatické zvlákňování s využitím stejnosměrného elektrického napětí, a zvlákňovacích elektrod určených pro tyto způsoby zvlákňování je zejména to, že zvlákňovací elektroda je zcela oddělená od zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru a materiál pro zvlákňování se do jejího vedení přivádí vedením tvořeným hadičkami nebo trubičkami. Toto uspořádání přitom zvyšuje nejen objem roztoku nebo taveniny polymeru, který musí být v zařízení pro zvlákňování v každém okamžiku k dispozici a tlaky nutné pro jeho/její dopravu, ale i objem roztoku nebo taveniny polymeru, který se ve finále nezvlákní, což u některých typů polymerů podstatným způsobem zvyšuje náklady na přípravu nanovláken. Další nevýhodou je i to, že větší objem roztoku nebo taveniny polymeru má obvykle i větší plošný obsah hladiny nebo rozhraní mezi roztokem/taveninou a stěnou trubic a hadic, což může vést k jeho/jejímu rychlejšímu tuhnutí, resp. degradaci – v případě roztoku v důsledku rychlejšího odparu rozpouštědla, v případě taveniny pak v důsledku jejího rychlejšího chladnutí. Některé z těchto nevýhod jsou sice částečně řešeny zařízením známým z CZ 299216, to je však konstrukčně i funkčně velmi komplikované řešení, a díky tomu zcela nevhodné pro praktické nasazení v průmyslovém provozu.

Velmi podstatnou nevýhodou stávajících zařízení pro elektrické nebo elektrostatické zvlákňování je pak i to, že k dodávání roztoku nebo taveniny polymeru ze zásobníku na zvlákňovací plochu zvlákňovací elektrody obvykle využívají peristaltická čerpadla, která způsobují „pulzaci“ toku roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací ploše zvlákňovací elektrody, která kvůli změně objemu roztoku nebo taveniny aktuálně přítomného/přítomné na této zvlákňovací ploše, pohybu jeho/její hladiny a změně jejího tvaru výrazně zhoršuje rovnoměrnost zvlákňovacího procesu a vytvářených nanovláken.

Cílem vynálezu tak je navrhnout zvlákňovací elektrodu pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, zařízení pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru osazené alespoň jednou takovou zvlákňovací elektrodou a způsob pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, které by netrpěly těmito nevýhodami a umožnily naplno využít potenciál elektrického i elektrostatického zvlákňování roztoku nebo taveniny polymeru.

## Podstata vynálezu

Cíle vynálezu se dosáhne zvlákňovací elektrodou pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, která obsahuje vedení roztoku nebo taveniny polymeru jehož jedno čelo tvoří zvlákňovací plochu zvlákňovací elektrody, nebo které je na jednom svém konci opatřené rozšířením, na kterém je vytvořená směrem dolů zaoblená nebo zalomená zvlákňovací plocha zvlákňovací elektrody, jejíž podstata spočívá v tom, že ve vnitřním prostoru vedení roztoku nebo taveniny polymeru zvlákňovací elektrody je otočně uložený šnekový hřídel. Této šnekový hřídel tvoří s vnitřní stěnou tohoto vedení šnekový dopravník. Přitom vystupuje svým spodním koncem mimo toto

vedení a je na tomto svém konci spojený s nábojem magnetické spojky nebo opatřený prostředky pro spojení s nábojem magnetické spojky.

Aby šnekový hřídel nezasahoval rušivě do procesu zvlákňování, je výhodné, pokud je ukončený alespoň o hodnotu vnitřního průměru vedení roztoku nebo taveniny polymeru zvlákňovací elektrody pod koncem tohoto vedení.

Pro zvýšení výkonu zvlákňování může být vedení roztoku nebo taveniny polymeru rozvětvené, přičemž čela jeho větví tvoří zvlákňovací plochy zvlákňovací elektrody a/nebo jsou tyto větve na svých koncích opatřené rozšířeními, na kterých jsou uspořádány zvlákňovací plochy zvlákňovací elektrody.

Kromě toho se cíle vynálezu dosáhne také zařízením pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, které obsahuje alespoň jeden zásobník roztoku nebo taveniny polymeru a alespoň jednu zvlákňovací elektrodu, která obsahuje vedení roztoku nebo taveniny polymeru jehož jedno čelo tvoří zvlákňovací plochu zvlákňovací elektrody, nebo které je na jednom svém konci opatřené rozšířením, na kterém je uspořádaná zvlákňovací plocha zvlákňovací elektrody, přičemž vnitřní prostor vedení roztoku nebo taveniny polymeru je propojený se zásobníkem roztoku nebo taveniny polymeru, jehož podstata spočívá v tom, že vedení roztoku nebo taveniny polymeru zvlákňovací elektrody zasahuje svým spodním koncem do zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru a svým horním koncem vystupuje nad něj, a v jeho vnitřním prostoru je otočně okolo své podélné osy uložený šnekový hřídel. Tento šnekový hřídel tvoří s vnitřní stěnou vedení roztoku nebo taveniny polymeru šnekový dopravník. Přitom je prostřednictvím magnetické spojky, jejíž jeden náboj, který je spojený s tímto šnekovým hřídelem je uložený v zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru a jejíž druhý náboj je uložený mimo tento zásobník, propojený s pohonem šnekového hřídele, který je elektricky oddělený od zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru.

K elektrickému oddělení pohonu od zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru lze s výhodou použít izolační nástavec z elektricky nevodivého materiálu, např. plastu, popřípadě vzduchovou mezeru apod. Izolační nástavec může být v případě potřeby s pohonem šnekového hřídele propojený prostřednictvím řemenového převodu.

Po alespoň části obvodu vedení roztoku nebo taveniny polymeru je na vnějším povrchu zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru s výhodou vytvořená sběrná drážka, která je alespoň jedním průchozím otvorem propojená s vnitřním prostorem tohoto zásobníku. Tato drážka zachycuje nezvlákněný roztok nebo taveninu polymeru a odvádí ji zpět do zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru.

Vedení roztoku nebo taveniny polymeru zvlákňovací elektrody může být samostatné, kdy do vnitřního prostoru zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru prochází jeho víkem nebo stěnou, nebo může být integrální součástí tohoto zásobníku.

Aby šnekový hřídel nezasahoval rušivě do procesu zvlákňování, je výhodné, pokud je ukončený alespoň o hodnotu vnitřního průměru vedení roztoku nebo taveniny polymeru zvlákňovací elektrody pod koncem tohoto vedení.

Pro zvýšení výkonu zvlákňování může být vedení roztoku nebo taveniny polymeru rozvětvené, přičemž čela jeho větví tvoří zvlákňovací plochy zvlákňovací elektrody a/nebo jsou tyto větve na svých koncích opatřené rozšířeními, na kterých jsou uspořádány zvlákňovací plochy zvlákňovací elektrody. Ze stejného důvodu může do vnitřního prostoru jednoho zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru zasahovat vedení roztoku nebo taveniny polymeru více než jedné zvlákňovací elektrody.

Cíle vynálezu se dále dosáhne také způsobem pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, při kterém se roztok nebo tavenina polymeru přivádí ze zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru vedením roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací plochu zvlákňovací elektrody, která je tvořená čelem tohoto vedení nebo která je vytvořená na rozšíření uspořádaném na konci tohoto vedení, přičemž se na zvlákňovací elektrodu a/nebo do roztoku nebo taveniny polymeru přivádí střídavé, resp. stejnosměrné elektrické napětí, a roztok nebo tavenina polymeru se zvlákňují ze zvlákňovací plochy zvlákňovací elektrody, jehož podstata spočívá v tom, že roztok nebo tavenina polymeru se na zvlákňovací plochu zvlákňovací elektrody přivádí působením otáčejícího se šnekového hřídele uloženého ve vnitřním prostoru vedení roztoku nebo taveniny polymeru zvlákňovací elektrody Tento šnekový hřídel tvoří s vnitřní stěnou tohoto vedení šnekový dopravník. Na zvlákňovací plochu se tímto dopravníkem přivádí nadbytek roztoku nebo taveniny polymeru, a nezvlákněný roztok nebo tavenina polymeru omývá zvlákňovací plochu zvlákňovací elektrody, načež z ní působením gravitace stéká na navazující odváděcí plochu na vnějším povrchu vedení roztoku nebo taveniny polymeru, aniž by na této odváděcí ploše docházelo k dalšímu zvlákňování.

Roztok nebo tavenina polymeru z vnějšího povrchu vedení roztoku nebo taveniny polymeru se pak s výhodou zachytává ve sběrné drážce, ze které se alespoň jedním průchozím otvorem vrací do zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru.

## Objasnění výkresů

Na přiložených výkresech je na obr. 1 schematicky znázorněn průřez první příkladnou variantou zařízení pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru podle vynálezu, na obr. 2 pak průřez druhou příkladnou variantou tohoto zařízení, na obr. 3 SEM snímek nanovláken polyvinyl-butyralu připravených způsobem podle vynálezu při zvětšení 3000x, na obr. 4 SEM snímek nanovláken polyvinylalkoholu připravených způsobem podle vynálezu při zvětšení 3000x, a na obr. 5 SEM snímek nanovláken polyamidu 6 připravených způsobem podle vynálezu při zvětšení 5000x.

## Příklady uskutečnění vynálezu

Princip vynálezu bude dále vysvětlen na dvou příkladných provedeních zařízení pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru schematicky znázorněných na obr. 1 a obr. 2. Provedení znázorněné na obr. 1 je založené na použití obecně známé zvlákňovací elektrody, která obsahuje vedení roztoku nebo taveniny polymeru tvořené trubičkou, jejíž jedno čelo tvoří zvlákňovací plochu zvlákňovací elektrody; provedení znázorněné na obr. 2 pak na použití zvlákňovací elektrody známé z CZ 2015-928, která obsahuje vedení roztoku nebo taveniny polymeru tvořené trubičkou, které je na jednom svém konci opatřené rozšířením, na kterém je vytvořená směrem dolů zaoblená zvlákňovací plocha zvlákňovací elektrody. Jak je však zřejmé, je tento princip použitelný i pro jiné typy zařízení pro elektrické nebo elektrostatické zvlákňování roztoku nebo taveniny polymeru s využitím střídavého nebo stejnosměrného napětí, opatřené zvlákňovacími elektrodami, které obsahují vedení roztoku nebo taveniny polymeru ve formě trubičky, kapiláry nebo podobného podlouhlého dutého tělesa, bez ohledu na tvar či velikost jeho příčného průřezu, či na tvar nebo velikost zvlákňovací plochy.

Zařízení pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru podle vynálezu schematicky znázorněné na obr. 1 obsahuje zvlákňovací elektrodu **1**, která obsahuje vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru tvořené trubičkou. Toto vedení **2** je uložené ve víku **3** zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru a je orientované svisle nahoru, přičemž svým spodním koncem zasahuje do tohoto zásobníku **4**, pod hladinu v něm uloženého roztoku nebo taveniny **5** polymeru, a svým horním koncem vystupuje nad tento zásobník **4**.

Plocha čela **6** tohoto konce pak tvoří zvlákňovací plochu **60** zvlákňovací elektrody **1**, která má ve znázorněném příkladu provedení tvar mezikruží.

Ve vnitřním prostoru vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** je otočně okolo své podélné osy, která je s výhodou totožná s podélnou osou **7** tohoto vnitřního prostoru, uložený šnekový hřídel **8**, který společně s vnitřní stěnou tohoto vedení **2** tvoří šnekový dopravník. Spodní konec tohoto šnekového hřídele **8** přitom vystupuje ven z vnitřního prostoru vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru a je spojen, s výhodou rozebíratelně, s nábojem **9** magnetické spojky, který je uložený ve vnitřním prostoru zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru. Druhý náboj **10** magnetické spojky je pak uložen mimo tento zásobník **4**, ve znázorněné variantě provedení pod ním, a je prostřednictvím izolačního nástavce **11** z elektricky nevodivého materiálu, s výhodou plastu, propojen s pohonem **12**, např. elektromotorem. Tímto způsobem je tento pohon **12** elektricky oddělen od zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru. V neznázorněné variantě provedení je k jeho oddělení možné použít jiný známý prvek, např. vzduchovou mezeru dostatečné velikosti apod.

Vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** je ve víku **3** zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru uložené rozebíratelně nebo nerozebíratelně. Víko **3** je přitom po jeho obvodu opatřené sběrnou drážkou **14**, která je prostřednictvím alespoň jednoho průchozího otvoru **15** (vyznačen čárkovaně) spojená s vnitřním prostorem zásobníku **4**. Kromě toho je víko **3** ve znázorněné variantě provedení opatřeno také konektorem **16** a/nebo drážkou pro propojení zvlákňovací elektrody **1** s neznázorněným zdrojem střídavého, případně stejnosměrného napětí. V jiných neznázorněných variantách provedení, je toto propojení realizováno jinými, případně jinak uloženými známými prostředky, případně může být víko **3** nebo jiná část zásobníku **4** opatřené/opatřená kontaktem, který zasahuje do roztoku nebo taveniny **5** polymeru (viz např. varianta znázorněná na obr. 2) v zásobníku **4**, a který slouží pro přivádění stejnosměrného nebo střídavého elektrického napětí přímo do tohoto roztoku nebo taveniny **5** polymeru.

Na obr. 2 je pak schematicky znázorněná varianta zařízení pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru podle vynálezu, které obsahuje zvlákňovací elektrodu **1** známou z CZ 2015-928, která obsahuje vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru tvořené trubičkou, které je na jednom svém konci opatřené kuželovým rozšířením **20**. Na něm je po jeho obvodu vytvořená směrem dolů zaoblená zvlákňovací plocha **60** zvlákňovací elektrody **1**, na kterou navazuje dolů orientovaná odváděcí plocha pro odvod nezvlákněného roztoku nebo taveniny **5** polymeru, tvořená vnějším povrchem vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru. Rozšíření **20** je přitom buď integrální součástí vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru, nebo je tvořené tělesem, které je s tímto vedením **2**, s výhodou rozebíratelně, spojené. Tato konstrukce umožňuje díky větší zvlákňovací ploše **60** vytvářet větší množství polymerních nanovláken, a většinu z nich za shodných podmínek – tj. ve stejné části elektrického pole a při stejné intenzitě, resp. míře silového působení tohoto pole na roztok nebo taveninu **5** polymeru, díky čemuž dosahují nanovlákna vytvořená za použití této zvlákňovací elektrody **1** velmi podobných parametrů, zejména průměru, resp. menšího rozptylu těchto parametrů.

Podobně jako u varianty provedení znázorněné na obr. 1 je ve vnitřním prostoru vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** otočně okolo své podélné osy, která je s výhodou totožná s podélnou osou **7** tohoto vnitřního prostoru, uložený šnekový hřídel **8**, který společně s vnitřní stěnou tohoto vedení **2** tvoří šnekový dopravník. Spodní konec tohoto šnekového hřídele **8** přitom vystupuje ven z vnitřního prostoru vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru a je spojený, s výhodou rozebíratelně, s nábojem **9** magnetické spojky, který je uložený ve vnitřním prostoru zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru. Druhý náboj **10** magnetické spojky je pak uložen mimo tento zásobník **4**, ve znázorněné variantě provedení pod ním, na nástavci **11** vytvořeném s výhodou z elektricky nevodivého materiálu, např. plastu, který je prostřednictvím řemenového převodu **100** spřažen s pohonem **12**, např. elektromotorem. Tímto způsobem je tento pohon **12** elektricky oddělen od zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5**

polymeru. V neznázorněné variantě provedení je k jeho oddělení možné použít jiný známý prvek, např. vzduchovou mezeru dostatečné velikosti apod.

Vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** je ve víku **3** zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru uložené rozebíratelně nebo nerozebíratelně. Víko **3** je přitom po jeho obvodu opatřené sběrnou drážkou **14**, která je prostřednictvím dvou průchozích otvorů **15** spojená s vnitřním prostorem zásobníku **4**. Kromě toho je víko **3** ve znázorněné variantě provedení opatřeno také drážkou a kontaktem **17**, který zasahuje do roztoku nebo taveniny **5** polymeru v zásobníku **4**, a který slouží pro propojení roztoku nebo taveniny polymeru s neznázorněným zdrojem střídavého nebo stejnosměrného elektrického napětí. V jiných neznázorněných variantách provedení je toto propojení realizováno jinými, případně jinak uloženými známými prostředky, případně může být víko **3** opatřené prostředky pro propojení vedení **2** zvlákňovací elektrody **1** se zdrojem střídavého, případně stejnosměrného napětí (viz např. varianta znázorněná na obr. 1).

Šnekový hřídel **8** uložený ve vnitřním prostoru vedení **2** roztoku nebo taveniny polymeru **5** zvlákňovací elektrody **1** může být vytvořený z libovolného materiálu, a to jak z elektricky nevodivého, tak i z elektricky vodivého. V obou případech je výhodné, pokud je ukončený alespoň o hodnotu vnitřního průměru vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** pod jeho koncem, aby svou přítomností nezasahoval rušivě do procesu zvlákňování. Rychlost jeho otáčení při zvlákňování (viz níže) je s výhodou 25 až 400 otáček/min, přičemž jeho stoupání je s výhodou 5 až 20 mm; v závislosti na vlastnostech zvlákňovaného roztoku nebo taveniny **5** polymeru však může být kterýkoliv z těchto parametrů mimo výše uvedený interval.

Výše popsané varianty zařízení pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru jsou pouze příkladné a slouží pro pochopení podstaty vynálezu. V dalších variantách provedení může být vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** v zásobníku **4** roztoku nebo taveniny polymeru **5** uložené jinak – namísto ve víku **3** tohoto zásobníku **4** může být uložené např. v některé z jeho stěn, případně může být i integrální součástí tohoto zásobníku **4**. V případě potřeby pak může být toto vedení **2** zvlákňovací elektrody **1** orientováno jinak než svisle, např. šikmo nahoru apod. Ve všech variantách je přitom výhodné, pokud je kolem alespoň části obvodu tohoto vedení **2** vytvořená na vnějším povrchu zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru sběrná drážka **14**, která je alespoň jedním průchozím otvorem **15** spojená s vnitřním prostorem zásobníku **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru.

Pro dosažení vyššího zvlákňovacího výkonu je také možné jednomu zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru přiřadit více zvlákňovacích elektrod **1**, jejichž vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zasahují do jeho vnitřního prostoru, pod hladinu v něm uloženého roztoku nebo taveniny **5** polymeru, případně vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru rozvětvit a přiřadit mu větší počet zvlákňovacích ploch **60** tvořených čely **6** jeho větví a/nebo vytvořených na jejich rozšíření **20** apod.

Zásobník **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru je s výhodou, nikoliv však nutně, uložen na/ve vhodném rámu nebo skříni. Tento rám/skříň je pak s výhodou opatřen/opatřená alespoň jedním neznázorněným stavěcím prvkem – např. stavěcím šroubem **13**, pro ustálení zvlákňovací plochy **60** zvlákňovací elektrody **1** ve vodorovné poloze, kdy dochází k jejímu rovnoměrném omývání roztokem nebo taveninou **5** polymeru (viz popis níže) a současně i k nejrovnoměrnějšímu zvlákňování.

Při výrobě polymerních nanovláken způsobem podle vynálezu pohání pohon **12** prostřednictvím magnetické spojky tvořené náboji **9** a **10** šnekový hřídel **8**, který při svém otáčení dopravuje roztok nebo taveninu **5** polymeru vedením **2** roztoku nebo taveniny polymeru ze zásobníku **4** na zvlákňovací plochu/plochy **60** zvlákňovací elektrody **1**, kde dochází k jeho/jejímu zvláknění známým způsobem. Množství roztoku nebo taveniny **5** polymeru přiváděné na zvlákňovací

plochu/plochy **60** zvlákňovací elektrody **1** je přitom větší, než je množství, které je možné za daných podmínek zvláknit a nezvlákněný přebytek roztoku nebo taveniny **5** polymeru omývá zvlákňovací plochu/plochy **60** zvlákňovací elektrody **1**, díky čemuž na ní/nich nedochází k nežádoucímu ulpívání zatuhlého roztoku nebo taveniny **5** polymeru a nalétávajících nanovláken, což zajišťuje, že zvlákňování z dané zvlákňovací plochy/ploch **60** může probíhat se stejnou nebo v podstatě nezměněnou intenzitou po v podstatě neomezenou dobu. Tento přebytek roztoku nebo taveniny **5** polymeru přitom stéká působením gravitace po vnějším povrchu přívodu **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** do sběrné drážky **14**, a z ní se prostřednictvím alespoň jednoho průchozího otvoru **15** vrací zpět do zásobníku **4**. V něm se díky otáčení náboje **9** magnetické spojky promíchává s uloženým roztokem nebo taveninou **5** polymeru, v případě potřeby se ještě upravuje koncentrace roztoku polymeru nebo se dohřívá tavenina polymeru, případně se roztok nebo tavenina polymeru doplňuje alespoň jednou vhodnou příměsí, a znovu se vedením **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru vrací na zvlákňovací plochu/plochy **60** zvlákňovací elektrody **1**. K další homogenizaci roztoku nebo taveniny **5** polymeru pak v důsledku otáčení šnekového hřídele **8** dochází i ve vnitřním prostoru vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru, což umožňuje přidávat případnou příměs/příměsi, jako např. kov, nízkomolekulární látku apod., např. ve smyslu patentu CZ 300797, popřípadě prekurzor takové příměsi/příměsí do roztoku nebo taveniny **5** polymeru přímo v tomto prostoru.

Tento způsob elektrického zvlákňování roztoku nebo taveniny **5** polymeru tak snižuje množství roztoku nebo taveniny **5** polymeru, který/která musí být uložený/uložená v zásobníku **4**, a také množství roztoku nebo taveniny **5** polymeru, které se ve finále nezvlákní. Šnekový dopravník přitom navíc zajišťuje konstantní dodávku roztoku nebo taveniny polymeru **5** na zvlákňovací plochu/plochy **60** zvlákňovací elektrody **1**, bez pulzace, čímž dále přispívá k vysoké rovnoměrnosti procesu zvlákňování i vytvářených nanovláken.

Pro zvýšení intenzity promíchávání roztoku nebo taveniny **5** polymeru v zásobníku **4** může být náboj **9** magnetické spojky uložený v tomto zásobníku **4** a případně i část šnekového hřídele **8** vystupující mimo vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru opatřený/opatřená alespoň jedním vhodným nástavcem nebo výstupkem.

V případě potřeby je však možné roztok nebo taveninu **5** polymeru z odváděcí plochy odvádět do odpadu.

V následujících příkladech je pro názornost blíže popsáno příkladné provedení zvlákňovací elektrody **1** podle vynálezu a příkladné varianty pro provádění způsoby pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny **5** polymeru podle vynálezu. Jak je zřejmé, tyto příklady slouží pouze k ilustrativním účelům a nijak neomezují použitelnost vynálezu.

Příklad 1

Zvlákňovací elektroda **1** obsahovala vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru tvořené 200 mm dlouhou trubičkou z nerezové oceli s vnitřním průměrem 8 mm a vnějším průměrem 10 mm, která byla na svém horním konci zakončená pracovní částí tvořenou kuželovým rozšířením **20** s šířkou v nejširším místě 25 mm Ve vnitřním prostoru tohoto vedení **2** byl uložen šnekový hřídel **8** o průměru 6 mm se stoupáním 10 mm, který procházel celou délkou tohoto vedení a byl ukončen 8 mm pod jeho horním koncem.

Vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** bylo svisle uložené ve víku **3** zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru, který byl tvořený standardní skleněnou kádinkou o objemu 400 ml, a ve kterém byl uložen 10% roztok polyvinyl-butyralu v ethanolu.

Prostřednictvím konektoru **16** bylo toto vedení **2** propojené se zdrojem střídavého elektrického napětí, ze kterého se na něj přivádělo střídavé elektrické napětí o velikosti 33000 V, s frekvencí 50 Hz.

Vzdálenost zvlákňovací plochy **60** zvlákňovací elektrody **1** od válcového kolektoru byla 20 cm.

Při zvlákňování se šnekový hřídel **8** otáčel rychlostí 300 až 400 otáček/min (typicky 375 ot/min), přičemž na zvlákňovací plochu **60** zvlákňovací elektrody **1** dodával roztok polyvinylbutyralu v množství 20 ml/min.

Zvlákňování probíhalo po dobu 3 hodin, a vytvořila se při něm nanovlákna polyvinylbutyralu o průměru 250 až 1200 nm, jejichž SEM snímek při zvětšení 3000x je na obr. 3.

Příklad 2

Zvlákňovací elektroda **1** obsahovala vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru tvořené 200 mm dlouhou trubičkou z nerezové oceli s vnitřním průměrem 8 mm a vnějším průměrem 10 mm, která byla na svém horním konci zakončená pracovní částí tvořenou kuželovým rozšířením **20** s šířkou v nejširším místě 25 mm. Ve vnitřním prostoru tohoto vedení **2** byl uložen šnekový hřídel **8** o průměru 6 mm se stoupáním 10 mm, který procházel celou délkou tohoto vedení a byl ukončen 8 mm pod jeho horním koncem.

Vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** bylo svisle uložené ve víku **3** zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru, který byl tvořený standardní skleněnou kádinkou o objemu 400 ml, a ve kterém byl uložen 12% roztok polyvinylalkoholu ve vodě.

Prostřednictvím konektoru **16** bylo toto vedení **2** propojené se zdrojem střídavého elektrického napětí, ze kterého se na něj přivádělo střídavé elektrické napětí o velikosti 35000 V, s frekvencí 100 Hz.

Vzdálenost zvlákňovací plochy **60** zvlákňovací elektrody **1** od válcového kolektoru byla 20 cm.

Při zvlákňování se šnekový hřídel **8** otáčel rychlostí 300 až 400 otáček/min (typicky 375 ot/min), přičemž na zvlákňovací plochu **60** zvlákňovací elektrody **1** dodával roztok p polyvinylalkoholu v množství 20 ml/min.

Zvlákňování probíhalo po dobu 1 hodin, a vytvořila se při něm nanovlákna polyvinylalkoholu o průměru 250 až 1200 nm, jejichž SEM snímek při zvětšení 3000x je na obr. 4.

Příklad 3

Zvlákňovací elektroda **1** obsahovala vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru tvořené 200 mm dlouhou trubičkou z nerezové oceli s vnitřním průměrem 8 mm a vnějším průměrem 10 mm, která byla na svém horním konci zakončená pracovní částí tvořenou kuželovým rozšířením **20** s šířkou v nejširším místě 25 mm Ve vnitřním prostoru tohoto vedení **2** byl uložen šnekový hřídel **8** o průměru 6 mm se stoupáním 10 mm, který procházel celou délkou tohoto vedení a byl ukončen 8 mm pod jeho horním koncem.

Vedení **2** roztoku nebo taveniny **5** polymeru zvlákňovací elektrody **1** bylo svisle uložené ve víku **3** zásobníku **4** roztoku nebo taveniny **5** polymeru, který byl tvořený standardní skleněnou kádinkou o objemu 400 ml, a ve kterém byl uložen 10% roztok polyamidu 6 ve směsi kyseliny mravenčí a octové (ve vzájemném poměru 1:1).

Prostřednictvím konektoru **16** bylo toto vedení **2** propojené se zdrojem střídavého elektrického napětí, ze kterého se na něj přivádělo napětí o velikosti 31 000 V, s frekvencí 50 Hz.

Vzdálenost zvlákňovací plochy **60** zvlákňovací elektrody **1** od válcového kolektoru byla 15 cm.

Při zvlákňování se šnekový hřídel **8** otáčel rychlostí 300 až 400 otáček/min (typicky 375), přičemž na zvlákňovací plochu **60** zvlákňovací elektrody **1** dodával roztok polyamidu 6 (PA6) v množství 20 ml/min.

Zvlákňování probíhalo po dobu 3 h, a vytvořila se při něm nanovlákna polyamidu 6 o průměru 250 až 1200 nm, jejichž SEM snímek při zvětšení 5000x je na obr. 5.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zvlákňovací elektroda (1) pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny (5) polymeru, která obsahuje vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru jehož jedno čelo (6) tvoří zvlákňovací plochu (60) zvlákňovací elektrody (1), nebo které je na jednom svém konci opatřené rozšířením (20), na kterém je vytvořená směrem dolů zaoblená nebo zalomená zvlákňovací plocha (60) zvlákňovací elektrody (1), **vyznačující se tím, že** ve vnitřním prostoru vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zvlákňovací elektrody (1) je otočně uložený šnekový hřídel (8), který s vnitřní stěnou tohoto vedení (2) tvoří šnekový dopravník, přičemž šnekový hřídel (8) vystupuje svým spodním koncem mimo toto vedení (2) a je na tomto svém konci spojený s nábojem (9) magnetické spojky nebo opatřený prostředky pro spojení s nábojem (9) magnetické spojky.

2. Zvlákňovací elektroda podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** šnekový hřídel (8) je ukončený alespoň o hodnotu vnitřního průměru vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zvlákňovací elektrody (1) pod koncem tohoto vedení (2).

3. Zvlákňovací elektroda podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím, že** vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru je rozvětvené a čela (6) jeho větví tvoří zvlákňovací plochy (60) zvlákňovací elektrody (1) a/nebo jsou tyto větve na svých koncích opatřené rozšířeními (20), na kterých jsou uspořádány zvlákňovací plochy (60) zvlákňovací elektrody (1).

4. Zařízení pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny (5) polymeru, které obsahuje alespoň jeden zásobník (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru a alespoň jednu zvlákňovací elektrodu (1), která obsahuje vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru jehož jedno čelo (6) tvoří zvlákňovací plochu (60) zvlákňovací elektrody (1), nebo které je na jednom svém konci opatřené rozšířením (20), na kterém je vytvořená zvlákňovací plocha (60) zvlákňovací elektrody (1), přičemž vnitřní prostor vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru je propojený se zásobníkem (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru, **vyznačující se tím, že** vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zvlákňovací elektrody (1) zasahuje svým spodním koncem do zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru a svým horním koncem vystupuje nad něj, a ve vnitřním prostoru vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru je otočně okolo své podélné osy uložený šnekový hřídel (8), který s vnitřní stěnou vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru tvoří šnekový dopravník, přičemž šnekový hřídel (8) je prostřednictvím magnetické spojky, jejíž jeden náboj (9), který je spojený s tímto šnekovým hřídelem (8) je uložený v zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru a jejíž druhý náboj (10) je uložený mimo zásobník (4), propojený s pohonem (12) šnekového hřídele (8), který je elektricky oddělený od zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru.

5. Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím, že** pohon (12) šnekového hřídele (8) je od zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru elektricky oddělený izolačním nástavcem (11)

na jehož jednom konci je uložený náboj (10) magnetické spojky a jehož opačný konec je propojený s tímto pohonem (12).

6. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím, že** izolační nástavec (11) je s pohonem (12) šnekového hřídele (8) propojený prostřednictvím řemenového převodu (100).

7. Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím, že** alespoň po části obvodu vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru je na vnějším povrchu zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru vytvořená sběrná drážka (14), která je alespoň jedním průchozím otvorem (15) propojená s vnitřním prostorem zásobníku (4).

8. Zařízení podle nároku 4 nebo 7, **vyznačující se tím, že** vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zvlákňovací elektrody (1) je integrální součástí zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru.

9. Zařízení podle nároku 4, 7 nebo 8, **vyznačující se tím, že** vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zvlákňovací elektrody (1) prochází víkem (3) nebo stěnou zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru.

10. Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím, že** šnekový hřídel (8) je ukončený alespoň o hodnotu vnitřního průměru vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zvlákňovací elektrody (1) pod koncem tohoto vedení (2).

11. Zařízení podle libovolného z nároků 4, 7, 8 nebo 9, **vyznačující se tím, že** vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zvlákňovací elektrody (1) je rozvětvené a čela (6) jeho větví tvoří zvlákňovací plochy (60) zvlákňovací elektrody (1) a/nebo jsou tyto větve na svých koncích opatřené rozšířeními (20), na kterých jsou vytvořené směrem dolů zaoblené nebo zalomené zvlákňovací plochy (60) zvlákňovací elektrody (1).

12. Zařízení podle libovolného z nároků 4, 8 nebo 9, **vyznačující se tím, že** zásobník (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru je opatřený prostředky pro propojení roztoku nebo taveniny (5) polymeru a/nebo vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zvlákňovací elektrody (1) se zdrojem střídavého nebo stejnosměrného napětí.

13. Zařízení podle libovolného z nároků 1, 9 nebo 11, **vyznačující se tím, že** do zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zasahuje svým spodním koncem vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru alespoň dvou zvlákňovacích elektrod.

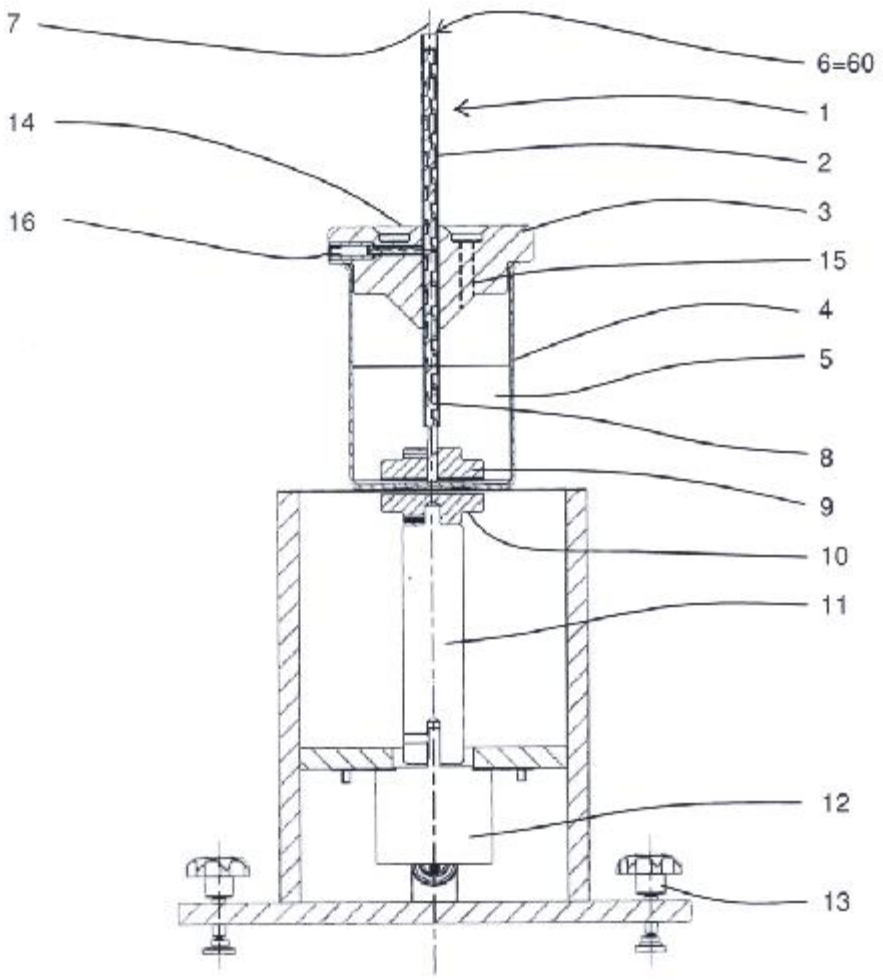
14. Způsob pro výrobu polymerních nanovláken elektrickým nebo elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny (5) polymeru, při kterém se roztok nebo tavenina (5) polymeru přivádí ze zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru vedením (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru na zvlákňovací plochu (60) zvlákňovací elektrody (1), která je tvořená čelem (6) tohoto vedení (2) nebo která je vytvořená na rozšíření (20) uspořádaném na konci tohoto vedení (2), přičemž se na zvlákňovací elektrodu (1) a/nebo do roztoku nebo taveniny (5) polymeru přivádí střídavé nebo stejnosměrné elektrické napětí, a roztok nebo tavenina (5) polymeru se ze zvlákňovací plochy (60) zvlákňovací elektrody (1) zvlákňují, **vyznačující se tím, že** roztok nebo tavenina (5) polymeru se na zvlákňovací plochu (60) zvlákňovací elektrody (1) přivádí působením otáčejícího se šnekového hřídele (8) uloženého ve vnitřním prostoru vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru zvlákňovací elektrody (1), který s vnitřní stěnou tohoto vedení (2) tvoří šnekový dopravník, přičemž se na tuto zvlákňovací plochu (60) přivádí nadbytek roztoku nebo taveniny (5) polymeru, a nezvlákněný roztok nebo tavenina (5) polymeru omývá zvlákňovací plochu (60) zvlákňovací elektrody (1), načež z ní působením gravitace stéká na navazující odváděcí plochu na vnějším povrchu vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru, aniž by na této odváděcí ploše docházelo k dalšímu zvlákňování.

15. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím,** že roztok nebo tavenina (5) polymeru z vnějšího povrchu vedení (2) roztoku nebo taveniny (5) polymeru se zachytává ve sběrné drážce (14), ze které se alespoň jedním průchozím otvorem (15) vrací do zásobníku (4) roztoku nebo taveniny (5) polymeru.

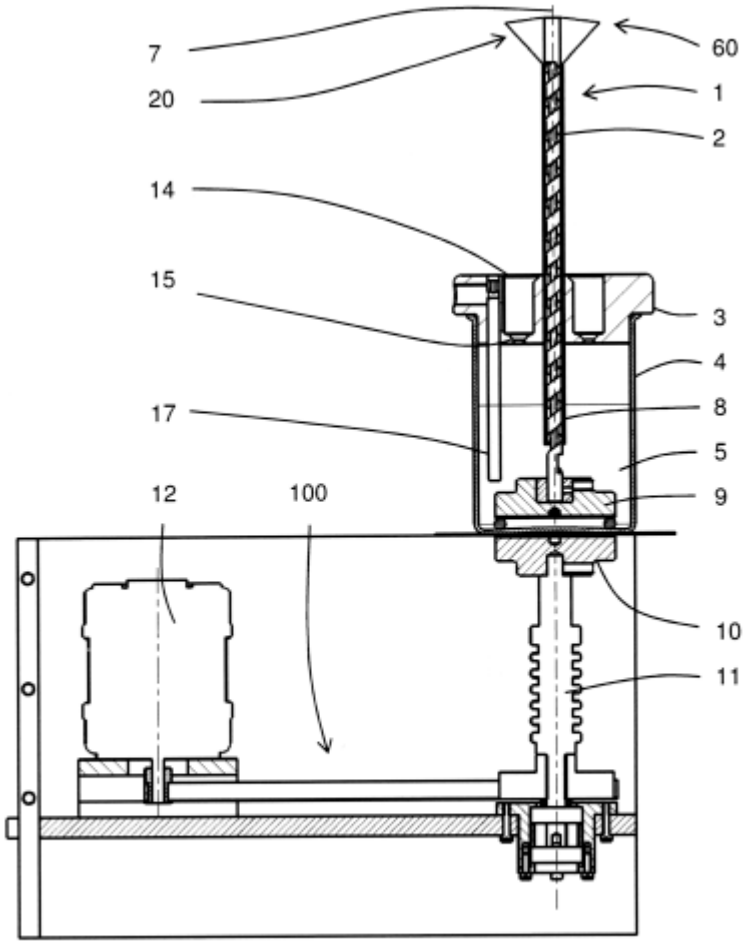
5 výkresů

Seznam vztahových značek

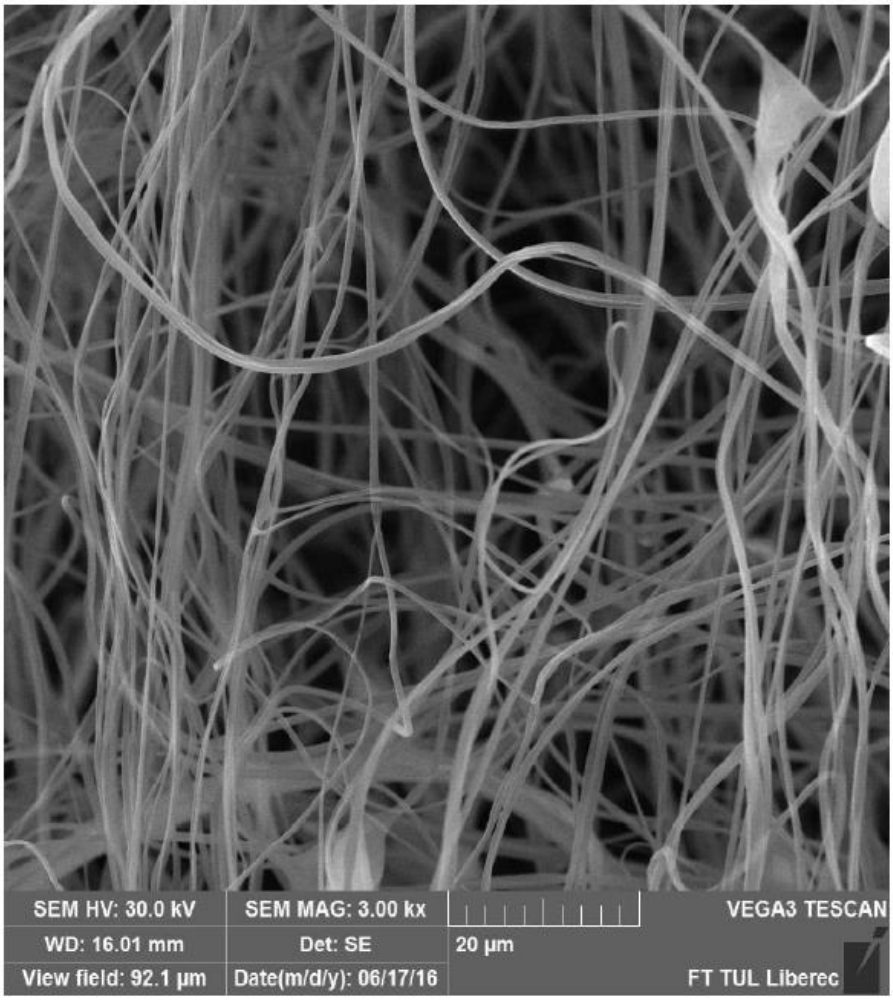
| | |
|---|---|
| 1 | zvlákňovací elektroda |
| 2 | vedení roztoku nebo taveniny polymeru |
| 20 | rozšíření vedení roztoku nebo taveniny polymeru |
| 3 | víko zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru |
| 4 | zásobník roztoku nebo taveniny polymeru |
| 5 | roztok nebo tavenina polymeru |
| 6 | čelo vedení roztoku nebo taveniny polymeru |
| 60 | zvlákňovací plocha zvlákňovací elektrody |
| 7 | podélná osa vnitřního prostoru vedení roztoku nebo taveniny polymeru |
| 8 | šnekový hřídel |
| 9 | náboj magnetické spojky |
| 10 | náboj magnetické spojky |
| 100 | řemenový převod |
| 11 | izolační nástavec |
| 12 | pohon šnekového hřídele |
| 13 | stavěcí šroub |
| 14 | sběrná drážka |
| 15 | průchozí otvor |
| 16 | konektor |
| 17 | kontakt |



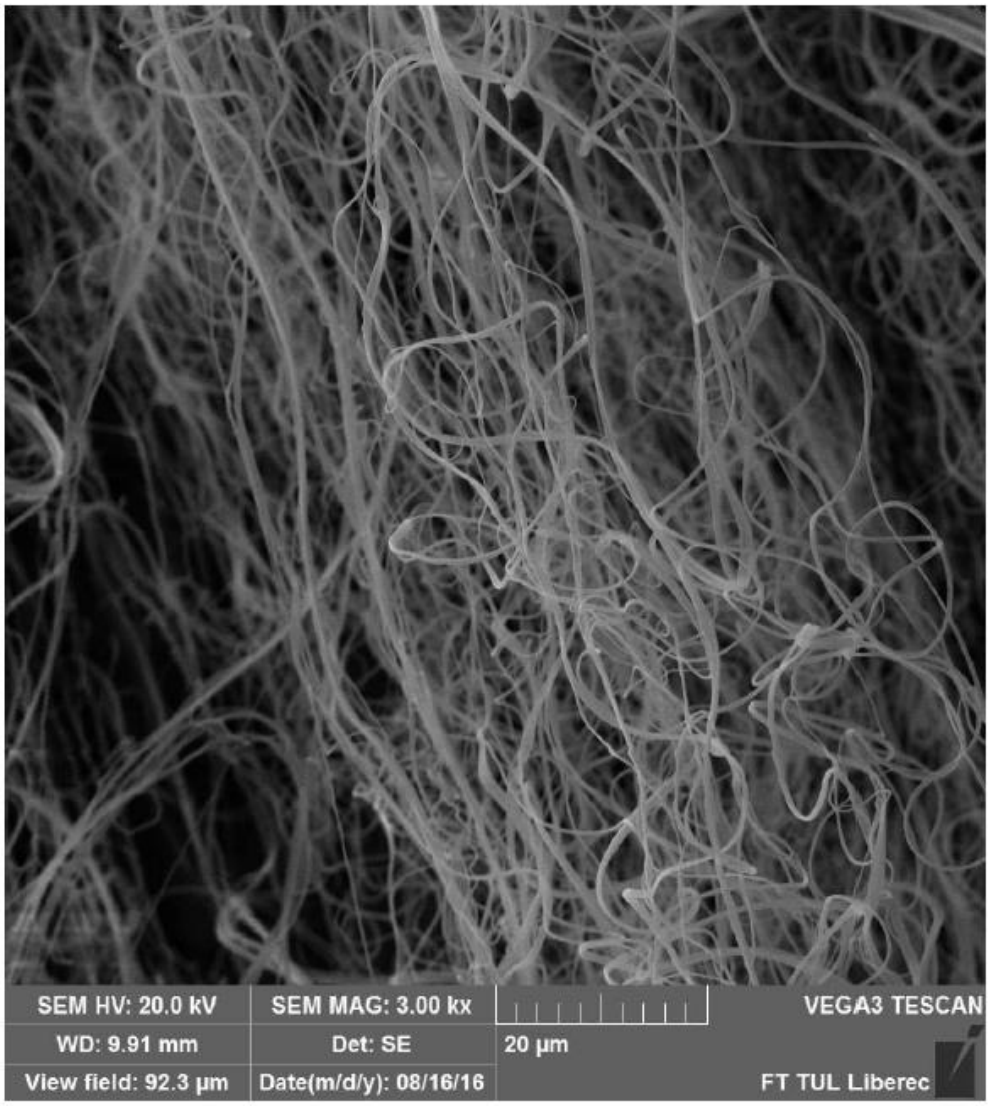

Obr. 1



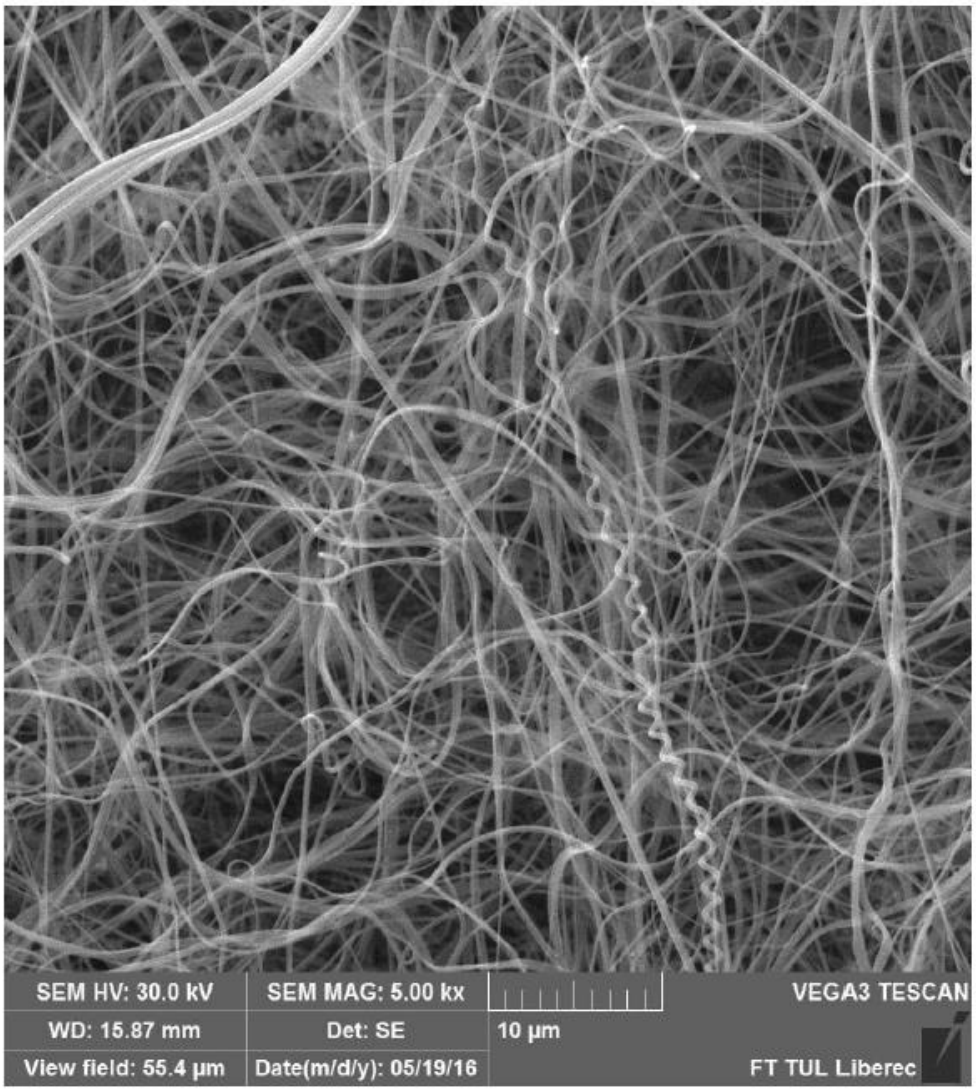

Obr. 2


SEM HV: 30.0 kV
SEM MAG: 3.00 kx
VEGA3 TESCAN
WD: 16.01 mm
Det: SE
20 µm
View field: 92.1 µm
Date(m/d/y): 06/17/16
FT TUL Liberec

Obr. 3


SEM HV: 20.0 kV
SEM MAG: 3.00 kx
VEGA3 TESCAN
WD: 9.91 mm
Det: SE
20 µm
View field: 92.3 µm
Date(m/d/y): 08/16/16
FT TUL Liberec

Obr. 4


SEM HV: 30.0 kV
SEM MAG: 5.00 kx
VEGA3 TESCAN
WD: 15.87 mm
Det: SE
10 µm
View field: 55.4 µm
Date(m/d/y): 05/19/16
FT TUL Liberec

Obr. 5