

# PATENTOVÝ SPIS

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1998-3163**  
(22) Přihlášeno: **19.03.1997**  
(30) Právo přednosti:  
04.04.1996 FI 1996/961540; 29.04.1996 FI 1996/961822; 08.05.1996 WO  
1996FI/9600261; 20.09.1996 WO 1996FI/9600502; 12.12.1996 FI  
1996/964988; 12.12.1996 FI 1996/964991; 20.12.1996 FI 1996/965182  
(40) Zveřejněno: **12.05.1999**  
(Věstník č. 5/1999)  
(47) Uděleno: **25.05.2007**  
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **04.07.2007**  
(Věstník č. 27/2007)  
(86) PCT číslo: **PCT/FI1997/000180**  
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 1997/037830**

(11) Číslo dokumentu:

## 298 147

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:  
**B29C 47/38** (2006.01)  
**C08L 23/06** (2006.01)  
**B29C 47/06** (2006.01)  
**C08L 23/26** (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:  
WO 9519878; EP 641825; US 4410482; GB 2025839; EP 669374; US 4136969.

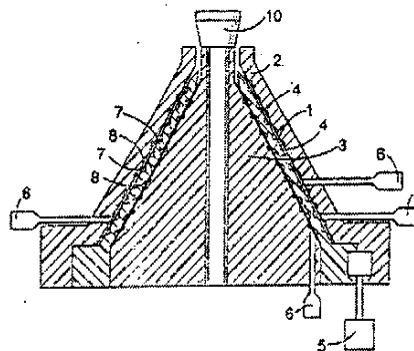
(73) Majitel patentu:  
UPONOR INNOVATION AB, Fristad, SE

(72) Původce:  
Järvenkylä Jyri, Hollola, FI  
Kirjavainen Kari, Espoo, FI  
Sjöberg Michael, Västerås, SE

(74) Zástupce:  
Dr. Karel Čermák, Národní 32, Praha 1, 11000

(54) Název vynálezu:  
**Způsob výroby plastových výrobků  
protlačováním a zařízení k provádění tohoto  
způsobu**

(57) Anotace:  
Zařízení pro vytváření protlačovaných plastových výrobků sestává z alespoň jednoho rotoru (1), alespoň jednoho statoru (2, 3), a mezi nimi uspořádané podávací spáry (4), přičemž je dále opatřeno drážkami (7), uspořádanými na jedné straně podávací spáry (4), pro pěchování a přemísťování protlačovaného materiálu směrem k výstupu během otáčení rotoru (1). Příčný průřez těchto drážek (7) zůstává neměnný. Na druhé, protilehle uspořádané, straně podávací spáry (4) je uspořádaná prostisměrná drážka (8) takovým způsobem, že pracovní dutina pro zpracovávání materiálu sestává z drážek (7) vytvořených v rotoru (1), drážek (8) vytvořených ve statoru (2, 3) a spáry, nacházející se mezi rotorem (1) a státorem (2, 3). Plocha jejího příčného průřezu se ve směru osy extrudéru alespoň částečně plynule zmenšuje. Na základě uvedeného uspořádání se deformační práce, potřebná ke zpracovávání materiálu, může udržovat na minimální hodnotě, což je umožněno prostřednictvím neměnného příčného průřezu drážky (7). Současně je eliminováno zpětné tečení zpracovávaného materiálu v důsledku polohovaného umístění žeber (7a, 8a). Zpracovávání materiálu se uskutečňuje prostřednictvím jeho tečení krouživým pohybem, což umožňuje vytváření plastových výrobků (11) s laminární strukturou.



CZ 298147 B6

## Způsob výroby plastových výrobků protlačováním a zařízení k provádění tohoto způsobu

### Oblast techniky

5

Předložený vynález se týká způsobu výroby protlačováním zpracovávaných výrobků, při kterém se materiál ve formě prášku, pelet nebo granulí, určený k protlačování, zavádí prostřednictvím jednoho nebo několika přiváděcích prostředků do pracovní dutiny, sestávající z objemu drážek vytvořených v rotoru, objemu drážek vytvořených ve statoru a objemu spáry, vytvořené mezi rotorem a statorem.

10

Předložený vynález se dále týká zařízení pro výrobu protlačovaných plastových výrobků, přičemž toto zařízení sestává z alespoň jednoho rotoru, alespoň jednoho statoru, a mezi nimi uspořádané podávací spáry, přičemž je dále opatřené drážkami, uspořádanými na jedné straně podávací spáry, pro pěchování a přemísťování protlačovaného materiálu směrem k výstupu během otáčení rotoru, jejichž příčný průřez je v podstatě neměnný a protisměrnou drážku, uspořádanou na druhé, protilehlé straně podávací spáry, přičemž závit protisměrné drážky vykazuje opačné stoupání vzhledem ke směru stoupání k ní protilehle uspořádané drážky.

15

Předložený vynález se dále týká plastového výrobku, sestávajícího z matricového plastu, který je v množství 1 až 30 % doplněný bariérovým plastem.

20

### Dosavadní stav techniky

25

Zpracování plastů s vysokou molekulovou hmotností za použití standardně používaného extrudéru, sestávajícího z dlouhého šneku a válce, je velmi obtížné. Výtěžnost takového extrudéru však, vzhledem k tomu, že pracovní teploty v důsledku působení tepla generovaného třením poměrně snadno narůstají na příliš vysoké nežádoucí hodnoty, zůstává velmi malá. Obtížně zpracovatelné polymery zahrnují například fluoroplasty a polyethyleny, vykazující vysokou molární a molekulovou hmotnost, pohybující se na hodnotách přes 200 000 g/mol, a v případě velmi tvrdých plastů dokonce na hodnotách přes 300 000 g/mol. Kromě toho existuje řada podobných materiálů, které jsou obtížně zpracovatelné a které shodně vykazují vysokou molekulární hmotnost a tudíž, z uvedeného důvodu, nízkou rychlost tečení v roztaveném stavu, vysokou teplotu bodu tavení a v některých případech i zúžený pracovní rozsah pro jejich zpracování, což jinak řečeno znamená například skutečnost, že teplota rozkladu plastu se pohybuje v těsné blízkosti jeho teploty bodu tavení.

30

35

Vlastní protlačování je obzvláště obtížné při nízkých teplotách, což znamená právě tehdy, kdy se teplota protlačování udržuje na hodnotě něco přes deset stupňů nad krystalickou teplotou bodu tavení, což jinými slovy řečeno představuje teplotu, která je charakteristicky asi o 30 až 40 °C nižší než obvyklá teplota protlačování a která se takto volí z důvodu zpomalení působení volitelných reaktivních komponent, které by jinak začaly reagovat příliš brzy. Tento stav je obvyklý zejména v případech, kdy je cílem výroby vytvoření plastové trubky jakostní třídy chemicky zesíťovaných trubek. Uvedené problémy se vyskytují na základě existence pěti různých, vzájemně propojených působících funkcí, které jsou založené na pracovní činnosti šneku a které jsou působící ve stejné ose a tudíž i při stejné rychlosti otáčení: přivádění a podávání zpracovávaného materiálu, tavení zpracovávaného materiálu, mísení zpracovávaného materiálu, homogenizace zpracovávaného materiálu a generování tlaku. Šnek standardně používaného extrudéru vykazuje velkou délku, přičemž poměr délky šneku ku jeho průměru se velmi často pohybuje v rozmezí 20 až 30, a zahrnuje jeden, někdy dva nebo tři, závity. Drážka tohoto šneku je rozdělená do různých pásek prostřednictvím změny jejího příčného průřezu takovým způsobem, že závity šneku mají často velkou hloubku a v pásmu, ve kterém se uskutečňuje přivádění zpracovávaného materiálu, jsou uspořádané ve velkých odstupech vůči sobě navzájem, zatímco v tavicím pásmu se příčný průřez této drážky udržuje v její celé délce konstantní, přičemž je zpravidla

50

55

mnohem větší než na výstupním konci. Vzhledem k uvedenému je tečení zpracovávaného materiálu skrze drážku obtížné, přičemž uvedené zúžení výstupního konce je příčinou generování velkého množství tepla, způsobeného třením. V mísicím pásmu má často tato drážka vlastní specifickou geometrii, přičemž na konci tohoto pásma se drážka v příčném průřezu zmenšuje, stává se mělká a začíná zde generování tlaku. Prostřednictvím takto generovaného tlaku se hmota materiálu může protlačovat i skrze složitý nástroj. Na druhou stranu je celková délka drážky kolem šneku, uspořádaného ve standardně používaném extrudéru, příliš dlouhá tak, že v tomto případě je poměr délky drážky ku jejímu příčnému průřezu příliš velký a vzhledem k tomu je takto při použití pro zpracování plastových materiálů se špatnými schopnostmi tečení zcela nevyhovující.

Patentový dokument US 3 314 108 popisuje extrudér, sestávající z kuželovitého rotoru a ze dvojice kuželovitých statorů, uspořádaných vně a uvnitř uvedeného rotoru. Rotor zahrnuje rovné drátky obdélníkového průřezu pro lisování protlačováním zpracovávaného materiálu, posouvajícího se na výstup prostřednictvím otáčení rotoru. Přetváření nesebnadno zpracovatelných materiálů je však, bohužel, za použití shora popsaného zařízení velmi obtížné. Kromě toho je výkonnost tohoto zařízení omezená.

Patentový dokument EP 0 422 042 popisuje extrudér, sestávající z několika kuželovitých statorů a z několika mezi nimi uspořádaných kuželovitých rotorů. Uvedené rotory a/nebo statory jsou opatřené drážkami kalotové konfigurace (úseč rotačního tělesa) pro lisování protlačováním zpracovávaného materiálu, posouvajícího se směrem k výstupu a vně prostřednictvím otáčení jednotlivých rotorů. Pomocí tohoto zařízení je možné velmi výhodně vyrábět vícevrstvé plastové trubky, avšak zpracovávání velmi obtížně zpracovatelných materiálů představuje problémy i v tomto případě. Mimoto se přetvářecí tlak v tomto zařízení generuje na výstupním konci a z uvedeného důvodu není jeho výtěžnost úplně vyhovující, přičemž není možné dosáhnout ani odpovídající kvality konečných výrobků. Kromě toho se protlačovaný materiál taví prostřednictvím tepla přiváděného z vnějšího zdroje, přičemž je z uvedeného důvodu jednak velmi obtížná kontrola pracovní teploty, a jednak relativně velká spotřeba energie.

Patentový dokument US 4 125 333 popisuje extrudér, sestávající z dlouhého šneku se závity a vně, kolem tohoto šneku uspořádaného statoru, opatřeného závity se stejným stoupáním. Tyto závity statoru, vykazující stejné stoupání, způsobují vytváření zpětného tečení materiálu, prostřednictvím čehož se zpracováváný materiál mísí a množství tepla, generovaného třením, snadno narůstá na nekontrolovatelnou úroveň.

Patentový dokument DE 2 558 238 popisuje extrudér, zahrnující na konci uspořádané mísicí pásmo a stator, opatřený drážkami a to buď se stejným nebo opačným stoupáním nebo přímými drážkami. Toto konstrukční uspořádání zajišťuje velmi účinné mísení zpracovávaného materiálu, avšak není možné ho aplikovat v zařízení, ve kterém se musí přesně nastavovat teplota materiálu, neboť teplo generované třením snadno narůstá na příliš vysokou úroveň.

Patentový dokument US 3 712 783 popisuje extrudér, zahrnující rozšiřující se přiváděcí pásmo. Po průchodu materiálu tímto rozšiřujícím se pásmem se materiál převádí do zužujícího se pásma. Následně pak dochází ke stlačování materiálu a jeho protlačování skrze výstup zařízení vstříkovaním. Konstrukční uspořádání tohoto zařízení je velmi komplikované. Kromě toho je příčinou takového konstrukčního uspořádání vytváření velmi vysokého tření a vzhledem k tomu, že k narůstání protlačovacího tlaku dochází v blízkosti výstupu zařízení, je jeho výtěžnost velmi malá.

Patentový dokument EP 0 678 069 popisuje výrobu vícevrstevných plastových trubek, vytvořených ze zesíťovaného polyethylenu, protlačováním. První krok výroby sestává z protlačování středové vrstvy trubky, která je v následném kroku opatřena povlakovým opláštěním. Tato opláštění se používají pouze z důvodu dosažení lepších charakteristických vlastností tečení zpracovávané trubky během jejího procházení skrze lisovací nástroj. Specifickou nevýhodou tohoto zařízení je

nezbytné uspořádání upínacích ramen v lisovacím nástroji, neboť přítomnost těchto ramen způsobuje vytváření nežádoucích svarových otřepů a zeslabených míst.

## 5 Podstata vynálezu

Účelem předloženého vynálezu je zajistit a navrhnout způsob a zařízení, prostřednictvím kterých je možné dosáhnout jednak relativně snadného protlačování obtížně zpracovatelných materiálů do plastových výrobků a jednak vytváření plastického výrobku s vynikajícími vlastnostmi.

10

Způsob podle předloženého vynálezu spočívá v tom, že plocha příčného průřezu pracovní dutiny se ve směru osy extrudéru alespoň částečně plynule zmenšuje a prostřednictvím navzájem otáčivého pohybu statoru a rotoru a jím způsobeného nuceného přemísťování zpracovávaného materiálu ve směru osy X, načež důsledkem se část materiálu, tvořícího nosnou vrstvu, sestávající především z neroztavených částic a z určitého množství roztavených částic, nacházejících se kolem nich, taví teplem generovaným třením, způsobeným smykem, umožňuje vyplňování pracovní dutiny až do jejího úplného vyplnění v určitém příčném průřezu, nacházejícím se ve vzdálenosti od konce zařízení, čehož důsledkem se působící tlak zvyšuje na úroveň vyšší než potřebnou pro protlačování zpracovávaného materiálu skrze lisovací nástroj, uspořádaný za extrudérem ve směru osy X.

20

Zařízení podle předloženého vynálezu spočívá v tom že za přiváděcím pásmem je uspořádané smykové pásmo, že protisměrná drážka je uspořádaná v podstatě přes celou délku tohoto smykového pásma, a že plocha příčného průřezu pracovní dutiny, sestávající z objemu drážek vytvořených v rotoru, objemu drážek vytvořených ve statoru a objemu spáry, nacházející se mezi rotorem a statorem, se ve směru osy extrudéru alespoň částečně plynule zmenšuje.

25

Plastový výrobek podle předloženého vynálezu, sestávající z matricového a bariérového plastu, spočívá v tom, že bariérový plast je v konečném výrobku uspořádaný tak, že tvoří laminární strukturu.

30

Základní myšlenkou předloženého vynálezu je to, že zpracovávaný materiál se protlačuje pracovní dutinou, kterou tvoří drážky vytvořené v rotoru, drážky vytvořené ve statoru a spára, uspořádaná mezi rotorem a statorem, a že se objem této pracovní dutiny v axiálním směru alespoň částečně zmenšuje, čímž dochází k uskutečňování nuceného přemísťování materiálu v axiálním směru do v příčném průřezu menšího prostoru, načež prostřednictvím tepla, generovaného třením, které je způsobené působením smyku materiálu, dochází k alespoň částečnému tavení tohoto materiálu a zvyšování tlaku již ve vzdálenosti před výstupním koncem zařízení. Kromě toho je další základní myšlenkou předloženého vynálezu to, že zpracování materiálu je možné provádět v tak omezeném rozsahu, že hmota materiálu, nacházející se na výstupu extrudéru, v případě, kdy nejsou v tomto výstupu uspořádané ohřívací prostředky, obsahuje částice, které nejsou úplně roztavené. Takové neroztavené částice jsou například v případě použití polyethylenu v jeho průhledné hmotě viditelné jako světlejší částice. Na základě provedených zkušebních testů bylo zjištěno, že takové neroztavené částice žádným způsobem nezhoršují požadované charakteristické vlastnosti výrobku. V přednostním uspořádání je alespoň část žebra protisměrné drážky přizpůsobená a vyrovnána vzhledem k žebro drážky, uspořádané na druhé protilehlé straně podávací spáry, přičemž v tomto případě je protisměrná drážka užší než žebra těchto protilehle uspořádaných drážek. Základní myšlenkou prvního přednostního provedení předloženého vynálezu je, že šířka protisměrné drážky je o asi 30 až 50 % menší než šířka drážky, uspořádané na protilehle uspořádané straně podávací spáry. Základní myšlenkou druhého přednostního provedení předloženého vynálezu je, že stoupání protisměrné drážky představuje asi polovinu stoupání drátky, uspořádané na opačné straně podávací spáry. Základní myšlenkou třetího přednostního provedení předloženého vynálezu je, že se rozměrová velikost protisměrné drážky nebo objem pracovní dutiny mění takovým způsobem, že poměr plochy příčného průřezu počátečního úseku drážky ku ploše příčného průřezu jejího konečného úseku je přibližně stejný

55

jako poměr hustoty materiálu v nezpracovaném stavu ku objemové hustotě protlačovaním zpracovaného materiálu. Základní myšlenkou čtvrtého přednostního provedení předloženého vynálezu je, že podávací spára vykazuje prstencovou konfiguraci, jejíž průměr se rovnoměrně zmenšuje, což jinými slovy řečeno znamená, že má alespoň na části své délky kuželovitý tvar

5 uspořádaný tak, že průměr podávací spáry je na konci, na kterém se uskutečňuje přivádění zpracovávaného materiálu, těžší než její průměr, nacházející se v blízkosti výstupního konce, a že poměr průměru širšího úseku kužele ku průměru jeho užšího úseku je přibližně stejný jako poměr hustoty materiálu v nezpracovaném stavu ku objemové hustotě protlačovaním zpracovaného materiálu. Základní myšlenkou pátého přednostního provedení předloženého vynálezu je, že

10 drážka, ve které dochází k přemísťování zpracovávaného materiálu tečením, vykazuje příčný průřez půlkruhové nebo trojúhelníkové konfigurace. Dále je poměr délky protlačovaného šneku ku jeho největšímu průměru s výhodou stejný nebo menší než 10. Přednostně se tento poměr, v případě extrudéru válcové konfigurace, pohybuje v rozmezí od 3 do 6. Kromě toho poměr délky drážky šneku ku ploše příčného průřezu drážky, který je v případě ze stavu techniky známých extrudérů větší než 20.1/mm, vykazuje zařízení podle předloženého vynálezu menší než 20.1/mm.

Výhodou předloženého vynálezu je, že tavení a homogenizace hmoty zpracovávaného materiálu takto vyžaduje pouze minimální možnou deformační práci. Výtěžnost zařízení je možné

20 podstatným způsobem zvýšit, jestliže se zvyšování tlaku na požadovanou, dostatečně vysokou hodnotu uskutečňuje již v relativně brzkém nebo počátečním stadiu zpracování. Je rovněž možné determinovat teoretickou výtěžnost extrudéru, vyjadřující množství ideálního materiálu, které takové zařízení zpracuje během jedné otáčky rotoru. U zařízení známých ze stavu techniky je skutečná výtěžnost vzhledem k jejímu teoretickému maximu poměrně nižší, charakteristicky

25 asi o 10 až 15 %. Naproti tomu při použití zařízení podle předloženého vynálezu je možné prostřednictvím uspořádání protisměrných drážek a snižování plochy příčného průřezu pracovní dutiny dosáhnout mnohem vyšší výtěžnosti, až o 50%, ve srovnání s jejím teoretickým maximem. Neměnný příčný průřez tavicí-dopravní drážky není schopný vytvářet potřebnou sílu pro odvádění z zpracovávaného materiálu z oblasti této drážky, dokonce ani v jejím konečném úseku.

30 Jestliže je na opačné, protilehlé uspořádané straně podávací mezery tvořená protisměrná drážka, je vzhledem k tomu, že protisměrná drážka přebírá a pevně uchopuje protlačovaný materiál, který se v důsledku této skutečnosti přemísťuje zařízením dopředu ve směru zpracování možné vytvořit žebra mezi podávacími drážkami mnohem širší ve srovnání se stavem techniky, což jinými slovy řečeno představuje podstatné snížení množství nevyužité energie. Takto je pak

35 v případě, kdy jsou žebra protisměrných drážek umístěná a polohovaná takovým způsobem, že jsou vyrovnaná s a odpovídající žebřím drážek, uspořádaných na opačné straně podávací spáry, možné účinně eliminovat nežádoucí zpětné tečení materiálu a současně dosáhnout uskutečňování tečení materiálu krouživým pohybem. Prostřednictvím zařízení, opatřeného šnekem s geometrií podle předloženého vynálezu, je možné odpovídajícím způsobem zpracovávat jinak obtížně

40 zpracovatelné materiály. Takto je možné zpracovávat například polyethylen, vytvářející zesíťované vazby a vykazující molekulovou hmotnost vyšší než 200 000 g/mol a v případě velmi tvrdých plastů dokonce i přes 300 000 g/mol. A současně je takto možné při zpracování uvedených materiálů dosahovat takovou výtěžnost zařízení, kterou je celkem snadno možno udržovat například na úrovni přes 100 kg/h, zatímco charakteristicky dosahovaná výtěžnost

45 standardně používaných pístových (plunžrových) extrudérů se pohybuje například na úrovni kolem 25 kg/h. Jestliže jsou protisměrná drážka nebo objem pracovní dutiny nebo podávací spára vytvořené a uspořádané tak, že je možné měnit poměr jejich geometrie tak, aby se rovnal poměru hustoty materiálu v nezpracovaném stavu ku objemové hustotě protlačovaním zpracovaného materiálu, je možné zabránit procházení vzduchu během tečení materiálu. Kromě toho příliš velké množství přiváděného materiálu nezpůsobuje vytváření příliš velkých přetlaků, které by vznikaly ve standardně používaných zařízeních a které by ve svém důsledku vedly k jejich poškození nebo alespoň k jejich vyřazení z provozního chodu (přerušeni točivého momentu). Tečení materiálu v drážce s v podstatě trojúhelníkovou nebo půlkruhovou konfigurací je snadné a klidné, teplotní gradienty jsou menší a krouživý pohyb materiálu v příčném průřezu drážky je velmi účinný. Prostřednictvím uspořádání kuželovitého šneku je možné zkrátit celkovou délku

55

drážky šneku a z tohoto důvodu účinně snížit množství tepla generovaného třením, které je způsobené důsledkem tečení materiálu. Kromě toho je povrchová plocha kuželovitého šneku, ve srovnání se šnekem standardně používaného extrudéru se stejnou výtěžností, charakteristicky asi o 50 % větší. Uvedená skutečnost je velmi výhodná pro ovládání požadavku ochlazování nebo ohřevu. Jestliže jsou otáčecí jednošneková zařízení opatřena protisměrnými drážkami, je nezbytné extrudér v jeho přiváděcím pásmu ochlazovat, neboť v tomto pásmu dochází k vytváření nadměrného tlaku a tření. Vzhledem k tomu představuje zařízení podle předloženého vynálezu významné zdokonalení, neboť nevyžaduje žádné zvláštní dodatečné ochlazování a vlastní zpracovávání je velmi stabilní a kontrolovatelné. Rovněž tak toto zařízení, přestože se jeho prostřednictvím dosahuje na výstupu velmi vysoké výtěžnosti, nevyžaduje uspořádání žádného zvláštního dodatečného ochlazování (například prostřednictvím ventilátorů apod.) lisovacího nástroje a pracovního válce zařízení.

#### 15 Přehled obrázků na výkresech

Dále bude předložený vynález podrobně popsán na základě jeho konkrétních provedení v kombinaci s připojenou výkresovou dokumentací, kde:

- 20 Obr. 1 představuje schematický bokorysný pohled na zařízení podle předloženého vynálezu v příčném řezu;
- Obr. 2 představuje detailní schematický bokorysný pohled na druhé provedení zařízení podle předloženého vynálezu v příčném řezu;
- 25 Obr. 3 představuje detail zařízení, znázorněného na obr. 1;
- Obr. 4 představuje schematický bokorysný pohled na třetí provedení zařízení podle předloženého vynálezu v příčném řezu;
- 30 Obr. 5 představuje bokorysný pohled na část rotoru zařízení podle předloženého vynálezu;
- Obr. 6 představuje pohled na část rotoru, znázorněného na obr. 5, v příčném řezu;
- 35 Obr. 7 představuje schematické znázornění pohybu materiálu ve drážce rotoru;
- Obr. 8 představuje, v diagonálním pohledu, schematické znázornění plastové trubky, v příčném řezu, vytvořené za použití zařízení podle předloženého vynálezu;
- 40 Obr. 9 představuje, v bokorysném pohledu, schematické znázornění rotoru zařízení podle předloženého vynálezu;
- Obr. 10 představuje schematické znázornění průběhu činného působení tlaku v zařízení podle předloženého vynálezu ve srovnání se standardně používaným zařízením.
- 45 Obr. 11 představuje schematický bokorysný pohled na další provedení zařízení podle předloženého vynálezu v příčném řezu;
- 50 Obr. 12 představuje detailní schematický bokorysný pohled na část ještě dalšího provedení zařízení podle předloženého vynálezu v příčném řezu.

### Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 připojené výkresové dokumentace znázorňuje extrudér, sestávající z kuželovitého otočného rotoru 1, kuželovitého vnějšího statoru 2, uspořádaného vně kolem uvedeného rotoru, a kuželovitého vnějšího statoru 2, uspořádaného vně kolem uvedeného rotoru, a kuželovitého vnitřního statoru 3, situovaného uvnitř rotoru. Mezi uvedeným rotorem 1 a statoru 2 a 3 jsou vytvořené prstencovité, zužující se nebo kuželovité podávací spáry 4. Tyto podávací spáry 4 jsou účelně, z důvodu jasnosti, na citovaném obr. 1 znázorněné značně širší než ve skutečnosti. Rotor 1 se otáčí prostřednictvím otáčecích prostředků 5 ze stávajícího stavu techniky známým způsobem. Uvedené zařízení zahrnuje příváděcí prostředky 6 pro dodávání materiálu, určeného ke zpracování protlačováním, do podávací spáry 4. Zařízení zahrnuje zpravidla několik takových příváděcích prostředků 6, které jsou uspořádané tak, aby mohl být materiál přiváděn do požadovaného úseku podávací spáry 4, například do oblasti nejširšího úseku nebo do oblasti užšího úseku rotoru 1, nacházející se blíže k výstupnímu konci. Kromě toho mohou být takové příváděcí prostředky, jednu nebo několik, uspořádané v obvodovém směru. Problémem obvykle používaného extrudéru je skutečnost, že jeho použití je optimální pouze pro jeden typ materiálu a jednu úroveň výtěžnosti. Například v případě, kdy se zařízení, které je určené pro zpracování materiálu v práškovém stavu, použije pro zpracování granulovaného materiálu, se zřetelně snižuje výtěžnost, charakteristicky alespoň o 30 %, avšak často až o 50 %. Naproti tomu, jestliže jsou šnek a zařízení, ve kterém je uspořádaný, navržené pro výtěžnost 500 kg/h, pak v případě, kdy se intenzita protlačování udržuje na úrovni 200 kg/h, pracuje toto zařízení s velmi malou účinností. Zařízení podle předloženého vynálezu může, jako důsledek skutečnosti spočívající v tom, že objemová hmotnost plastu, určeného k protlačování, je větší než hustota pro její zpracování navrženého šneku, zahrnovat několik příváděcích prostředků 6 tak, že je ještě možné, prostřednictvím přivádění materiálu do podávací spáry 4 prostřednictvím příváděcích prostředků umístěných blíže k výstupnímu konci, poměrně snadno dosahovat optimálních výsledků.

Rotor 1 je opatřený drážkami 7 neboli, jinak řečeno, šroubovitými vybránými, prostřednictvím kterých se materiál, určený k protlačování, během otáčení rotoru 1 přemísťuje směrem k výstupnímu konci a ven z extrudéru. Na druhé straně podávací spáry 4, to je ve statorech 2 a 3, jsou uspořádané protisměrné drážky 8. Tyto protisměrné drážky 8 usnadňují vlastní protlačování jinak obtížně tvářením zpracovatelného materiálu skrze extrudér. Závitové protisměrných drážek jsou vytvořené v opačné orientaci vzhledem k drážkám 7 rotoru 1. Jestliže jsou ty to protisměrné drážky 8 uspořádané v příváděcím pásu a smykovém pásmu, způsobují tím, že přiváděný materiál v granulované nebo práškové konfiguraci ulpívá na stěnách těchto protisměrných drážkách 8, vytvářejí dodatečného tření, které se požaduje zejména na počátku zpracování materiálu. Po výstupu z příváděcího pásma sevrou a uchopí protisměrné drážky 8 materiál určený k protlačování takovým způsobem, že dochází k jeho účinnému přemísťování ve směru osy do extrudéru. Na základě této skutečnosti protisměrné drážky 8 snižují množství nevyužité energie a zajišťují účinné tečení materiálu aniž by docházelo k nežádoucímu, nadměrnému zvyšování teploty. Jestliže je protlačovaným materiálem takový materiál, který vlivem působení tření neulpívá například na hladkém statoru, může se tento materiál prostřednictvím protisměrných drážek 8 skrze extrudér přemísťovat dokonce i při nízkých teplotách. Vhodnou a odpovídající velikost tření rotoru a statoru je možno kromě toho zajistit rovněž tak i volbou příslušného korekčního povrchového činidla. Vzhledem k uvedenému se povrchová úprava statoru provádí přednostně prostřednictvím nanokeramických povlakových materiálů nebo například prostřednictvím syntetického diamantu (DLC). Povrchová úprava rotoru se s výhodou provádí za použití materiálu s nízkým součinitelem tření prostřednictvím takových zpracování jako jsou například černění nebo plátování materiálem chróm-PTFE, popsanych v patentové přihlášce PCT/EP 96/02801, podané stejným přihlašovatelem a jejíž obsah se takto, pro účely předloženého vynálezu, začleňuje do odvolávek.

Jestliže je zařízení opatřené shora popsanou výhodnou povrchovou úpravou vykazující vynikající odolnost proti opotřebení otěrem, může být pro vytvoření rotoru a/nebo statoru použit měkčí materiál, který takto vykazuje lepší schopnost vedení tepla, například berylliový bronz, který má

ve srovnání s nástrojovou ocelí více než pětinasobně větší tepelnou vodivost. V případě, kdy má navrhované zařízení kuželovitou konfiguraci, zajišťuje jeho krátká konstrukční struktura výhodu spočívající v tom, že vznikající teplo je možné účinně převádět z výstupního konce zařízení do jeho chladnější oblasti na vstupním úseku, ve kterém může být zařízení ochlazováno z důvodu eliminace příliš brzkého tavení materiálu. Takto, na základě popsaného uspořádání, může být tečení materiálu, ve srovnání se standardně používaným extrudérem, zajištěno s mnohem výhodnějším teplotním gradientem. Kromě toho je rovněž výhodný i kuželovitý tvar extrudéru, neboť výhodný poměr dávky šneku je největšímu průměru umožňuje upevnění, zajištěné prostřednictvím uložení v ložiskách, které je možné provést napevno prostřednictvím účelného umístění ložiskové sestavy například v nejširším úseku šneku, přičemž za tohoto stavu například v nejširším úseku šneku, přičemž za tohoto stavu nebude šnek vykazovat žádné významné odchylky geometrie a následkem čehož je například zcela eliminován nežádoucí styk kovu s kovem, kterému není v případě použití standardně používaných extrudérů válcové konfigurace možné zabránit.

U plastů s vysokou molekulovou hmotností představují svarové otřepy zeslabená místa. Z uvedeného důvodu je šnek opatřený vnitřní dutinou, která zajišťuje možnost zcela zřetelného zvyšování pevnosti výrobku, protože uvedený nástroj může být do rámu extrudéru uložený napevno bez nutnosti použít upínacích ramen. Obr. 1 připojené výkresové dokumentace znázorňuje trn 10, který je umístěn v průchozím otvoru, vytvořeném a uspořádaném ve vnitřním statoru 3, který je v tomto vnitřním statoru 3 uložený v ložiskách. Takto uvedený trn 10 zůstává napevno uložený v odpovídající poloze i v případě, kdy nejsou pro účely jeho uložení použita upínací ramena, a materiál může být přiváděn na trn 10, aniž by docházelo k jeho oddělování v jakémkoliv úseku extrudéru. Obzvláště u těch technologických postupů zpracování, při kterých ze zařízení mohou vystupovat neroztavené částice, by uspořádání upínacích ramen mohlo být příčinou vytváření otřepů a zeslabených míst.

Příčný průřez drážek 7 vytvořených v rotoru 1 zůstává po celé délce drážky od přiváděcího pásma až na opačný konec šneku v podstatě neměnný. Při tomto uspořádání je možné deformační práci, spotřebovanou pro účely tavení a homogenizaci zpracovávaných materiálů, udržovat na co možná nejmenší úrovni. V zařízení podle předloženého vynálezu se tlak, působící na protlačovaný materiál, generuje přednostně již na počátku smykového pásma a následně se takto vytvořený tlak udržuje na v podstatě konstantní úrovni. V případě, že je velikost maximálního průměru rotoru například asi 400 mm a velikost minimálního průměru asi 200 mm, je pak takový rotor opatřený konkrétně asi 20 drážkami o šířce 6 mm. Charakteristická výtěžnost takového zařízení je pak asi 300 kg/hod. S překvapením bylo zjištěno, že je možné výslednou výtěžnost a kvalitu výrobku získaného protlačováním, udržovat na velmi dobré úrovni pro rozmanitou škálu materiálů. Vzhledem k uvedenému je možné konstatovat, že kuželovitý extrudér zahrnuje v podstatě několik standardně používaných válcovitých extrudérů, navzájem sprážených do paralelního uspořádání vedle sebe. V takovém případě je možné mnohem lépe ovládat a kontrolovat tečení materiálu. Na základě provedení zkušebního testování bylo zjištěno, že změna doby prodlevy materiálu je menší než u standardně používaných extrudérů. Uvedená skutečnost je obzvláště významná pro reakční protlačování, při kterém se směšuje například peroxid s plastem a vzhledem k tomu musí být doba prodlevy materiálu krátká a přemísťování materiálu omezené pro účely zabránění vytváření zesíťovaných vazeb uvnitř extrudéru. Kromě toho v zařízení uspořádané malé drážky zajišťují orientování molekul materiálu ve směru drážky, následkem čehož se tření materiálu v drážce snižuje. Kromě toho je kontaktní povrchová plocha mezi zařízením a zpracovávaným materiálem větší a sdílení tepla je tudíž velmi účinné. Vzhledem k tomu, například pro průměrnou dobu prodlevy materiálu standardně používaného extrudéru, je teplosměnná povrchová plocha, se kterou přichází zpracovávaný materiál v zařízení kuželovité konfigurace do vzájemného kontaktu, při dobře navrženém konstrukčním uspořádání více než dvakrát větší, tj. alespoň dvojnásobná. To znamená, že je možné teplotu plastů, které jsou obtížně zpracovatelné, prostřednictvím jejich ochlazování nebo ohřevu, mnohem lépe a účinněji ovládat a kontrolovat.



Při zpracovávání protlačovaného materiálu pomocí zařízení podle předloženého vynálezu se během průchodu tohoto materiálu skrze zařízení z přívaděcích prostředků až na konec šneku mění jeho hustota. Tato změna se uskutečňuje na základě toho, že uvedený materiál se do zařízení přivádí ve většině případů v práškovém stavu nebo jako granulát. Jeho hustota pak obvykle představuje 20 až 80 % hustoty materiálu v tuhém stavu. Z uvedeného důvodu porazila konečného výrobku a nízká výtěžnost představují v mnohých případech nežádoucí problémy. Vzhledem k tomu, že má zařízení, znázorněné na obr. 1 připojené výkresové dokumentace, kuželovitou konfiguraci, mění se obvodová rychlost rotoru  $\perp$  takovým způsobem, že její velikost je větší v přívaděcím pásmu než v oblasti blízké výstupnímu konci. Poměr průměru rotoru  $\perp$  ve vstupním úseku ku jeho průměru v koncovém úseku se přednostně rovná poměru hustoty materiálu v nezpracovaném stavu ku objemové hustotě protlačováním zpracovaného materiálu v sypkém stavu. Jinak řečeno, vstupní úsek rotoru  $\perp$  vykazuje průměr, který je charakteristicky 1,25 až 5 násobně větší než průměr koncového úseku rotoru  $\perp$ , přičemž s výhodou se tento poměr volí tak, že jeho hodnota je asi 2.

V případě uspořádání, ve kterém zařízení nevykazuje kuželovitou konfiguraci, by bylo možné dosáhnout téměř shodného nebo podobného účinku, popsaného v předcházejícím odstavci, prostřednictvím plynulé změny velikosti příčného průřezu protisměrné drážky  $\&$  mezi koncovým úsekem a vstupním úsekem tohoto zařízení a to tak, aby se poměr příčného průřezu na začátku protisměrné drážky  $\&$  ku příčnému průřezu na jejím konci přibližně shodoval s poměrem hustoty materiálu v nezpracovaném stavu ku objemové hustotě protlačováním zpracovaného materiálu.

V zařízeních podle předloženého vynálezu vykazuje přívaděcí pásmo v axiálním směru stejný rozměr co do jeho šířky nebo průměr podávací spáry. Délka smykového pásma, začínajícího za a navazujícího na přívaděcí pásmo, může být v axiálním směru vymezená prostřednictvím měření snímačem tlaku při naplnění drážky materiálem. Po smykovém pásmu následuje homogenizační a mísicí pásmo, které se rozkládá až ke konci zařízení. Uspořádání samostatného tlakového pásma pro zvyšování tlaku není u tohoto provedení nutné vzhledem k tomu, že se materiál taví ve smykovém pásmu malého rozsahu, přičemž současně probíhá zvyšování tlaku. Takto může zařízení generovat tlak, který vyrovnává tlakovou ztrátu nástroje již ve smykovém pásmu.

Za smykovým pásmem se směr protisměrné drážky  $\&$  s výhodou mění, což znamená, že jejich stoupání je shodné se stoupáním drážek  $\perp$  tak, že na základě této skutečnosti dochází ke zvyšování účinnosti mísení zpracovávaného materiálu. Zařízení může být v této oblasti buď kuželovité nebo válcové konfigurace. Kromě toho může být protilehlá povrchová plocha, nacházející se v této oblasti, opatřená například částečně ji překrývajícími polosférickými vruby, které napomáhají ke zlepšování homogenizace, což je například popsáno v patentové přihlášce PCT/FI 96/00658, podané stejným přihlašovatelem a jejíž obsah se takto, pro účely předložení vynálezu, začleňuje do odvolávek.

Na základě provedeného zkušebního testování bylo zjištěno, že standardně používaný extrudér, který má v přívaděcím pásmu uspořádané například přímé drážky, se snadno přepřlňuje takovým způsobem, že je v zařízení možné měřením zjistit tlak o velikosti téměř 1000 barů. V zařízení podle vynálezu se výsledkem snižování objemu pracovní dutiny společně se snižováním intenzity působení smyku dosahuje rychlého vytváření polotovaru, který sestává z částečně neroztaveného materiálu a částic, přičemž se takový materiál musí drážkou a ven z této drážky přemísťovat rychleji, a vzhledem k tomu, že příčný průřez drážky je s výhodou konstantní, může materiál touto drážkou procházet a vystupovat z ní velmi rychle a účinně a eliminovat tak možný výskyt příliš vysokého tlaku ve vnitřním prostoru zařízení. Na základě provedeného zkušebního testování bylo zjištěno, že při provozním chodu zařízení podle předloženého vynálezu je téměř nemožné dosáhnout vytvoření tak vysokého tlaku, který by mohl způsobit jeho poškození nebo vést k dosažení kritického točivého momentu. Dále, vzhledem k tomu, že je celková vzdálenost mezi vstupním a výstupním koncem extrudéru malá, nemůže rovněž docházet ke zvyšování protitlaku. Výsledkem uvedeného uspořádání je, že během zvyšování rychlosti otáčení je možné detekovat snižování teploty materiálu, což jinak řečeno znamená, že uvedené zařízení zajišťuje

velmi široký pracovní rozsah pro vlastní zpracovávání, konkrétně pro účely vytváření zesíťovaných vazeb, protože díky existenci rozsahu rychlosti otáčení je možné prostřednictvím změny poměrů šneku dosáhnout generování konstantního protitlaku a značně zdokonaleného nuceného dávkování.

5

Na obr. 2 připojené výkresové dokumentace je v detailu znázorněn bokorysný pohled na další provedení zařízení podle předloženého vynálezu v příčném řezu. Vztahové značky na obr. 2, použité pro účely znázornění, odpovídají vztahovým značkám z obr. 1. Žebra 8a, uspořádaná mezi protisměrnými drážkami 8 jsou pro účely jejich polohování uspořádaná takovým způsobem, že v podstatě v každém umístění ve směru podávací spáry, to je například ve směru šipky A na citovaném obr. 2, je alespoň část žebra 8a protisměrné drážky 8 umístěná proti a vyrovnaná vzhledem ke každému dalšímu žeburu 7a drážek 7 rotoru. Při takovém uspořádání může případně se vyskytující zpětné tečení materiálu dosahovat pouze v předcházejícím, v protisměru posledně uspořádanému žeburu 7a maximálně jedné drážky 7 rotoru.

15

Obr. 2 připojené výkresové dokumentace znázorňuje příkladně materiál, který se má protlačovat ve dvou, v nejhořejší poloze znázorněných drážkách. Tyto dvě drážky představují smykové pásmo, ve kterém se malá část zpracovávaného materiálu taví prostřednictvím působení smykové síly, přičemž zároveň probíhá zvyšování tlaku. Cílem tohoto uspořádání je dosáhnout co možná nejrychleji, prostřednictvím třecí síly, roztavení pouze takového množství materiálu, které je možné zvyšováním tlaku, uskutečňující se poměrně rychle při uvedení materiálu do kontaktního stavu, což jinak řečeno znamená, že zpracovávaný materiál je roztavený alespoň na svém povrchu. S překvapením bylo zjištěno, že podíl roztaveného materiálu se může pohybovat pouze v rozmezí kolem 10 %. Drážka, nacházející se v těsné blízkosti ke vztahové značce 1 je naplněná suchým práškovým materiálem. Z uvedeného důvodu nebude v této drážce zjištěn žádný tlakový signál. Naproti tomu drážka, nacházející se v těsné blízkosti ke vztahové značce 7 je naplněná práškovým granulátem určitého množství roztaveného plastu, které je dostatečné pro generování požadovaného tlaku. Podstatným charakteristickým znakem předloženého vynálezu je skutečnost, že se v drážkách šneku tlak generuje velmi brzy, a jakmile tento tlak dosáhne dostatečné velikosti pro překonání tlakové ztráty v lisovacím nástroji, uspořádaném dále ve směru a za šnekem, dochází k uskutečňování rychlého přemísťování materiálu skrze kanálky ve šneku vytvořených drážek.

Obr. 3 připojené výkresové dokumentace znázorňuje detail zařízení, znázorněného na obr. 1. Vztahové značky na obr. 3, použité pro účely znázornění, odpovídají vztahovým značkám z obr. 1 a 2. Znázorněná podávací spára 4 je z důvodu jasnosti mnohem širší než ve skutečnosti. Šířka a protisměrné drážky 8 je menší než šířka b žebra 7a, nacházejícího se mezi drážkami 7. Zpětné tečení materiálu je díky tomuto uspořádání velmi účinně eliminováno. Přesto však, i přes jejich úzký profil, podporují protisměrné drážky 8 velmi účinně požadované přemísťování materiálu určeného k protlačování v dopředném směru zařízením. Šířka a protisměrné drážky 8 je přednostně o asi 30 až 50 % menší než šířka c drážek 7. Stoupání závitu protisměrné drážky 8 má vzhledem ke stoupání závitu drážek 7 v rotoru 1 opačný smysl. Stoupání protisměrných drážek 8 se pohybuje v rozmezí od 1 do 90°, přičemž přednostně používaným stoupáním je asi polovina korespondujícího stoupání drážek 7 v rotoru 1. V případě použití stoupání závitu drážky o velikosti 90° takto vzniklá přímá drážka zdokonaluje, během normálního použití zařízení, dopředné přemísťování zpracovávaného materiálu. Zařízení podle předloženého vynálezu může být použito jako plastifikační jednotka vstřikovacího lisu, ve kterém je tečení materiálu v dopředném směru na výstupním konci eliminováno například prostřednictvím pístu, přičemž se rotor 1 i přes tuto skutečnost může stále plynule otáčet, protože zpracovávaný materiál může procházet v obráceném, zpětném směru vzhledem k zařízení díky přímé konfiguraci drážek, přičemž nemůže docházet k narůstání tlaku materiálu na výstupním konci zařízení na příliš vysokou hodnotu. Nepochybně, řečeno v souvislosti se shora uvedeným, je velmi výhodné, jestliže se uvedené stoupání protisměrných drážek mění v rozmezí od 3 do 10°. Počet protisměrných drážek 8 je přednostně větší než počet drážek 7 v rotoru 1. Na základě provedeného zkušebního testování bylo zjištěno, že v případě, kdy příčný průřez drážek 7 rotoru zůstává v podstatě stejný,

55

nenachází se mezi statorem a žebrem 7a uspořádaném mezi drážkami 7 v podstatě žádný protlačovaný materiál, a to dokonce i v případě, kdy je podávací spára dostatečně velká, například asi 0,4 mm.

5 Příčný průřez drážek 7 vykazuje přednostně v podstatě trojúhelníkový profil s takovou geometrií, že jak může být seznatelné z obr. 3 připojené výkresové dokumentace, první strana trojúhelníku je uspořádaná převážně v axiálním směru a druhá strana trojúhelníku je na jeho první stranu v podstatě kolmá. V drážce s v podstatě trojúhelníkovitým profilem protéká materiál poměrně snadno a vykazuje menší teplotní gradienty. V takto uspořádané drážce materiál protéká  
10 v dopředném směru a současně se posouvá krouživým pohybem s tím, že takto zdokonalené tečení materiálu krouživým pohybem kromě toho snižuje v podstatě nekontrolovatelné generování tepla, vznikajícího působením tření.

Žebra 7a, uspořádaná mezi jednotlivými drážkami 7 v rotoru 1, mohou být na své čelní ploše zešíkmená takovým způsobem, že podávací spára 4 nacházející se mezi rotorem 1 a statorem 2,  
15 je na předním okraji žebra 7a větší než na jeho zadním okraji. Takto vytvořené žebro 7a je pak podrobena činnému působení tlaku, následkem čehož se axiální tečení materiálu stává nevýznamné. Podrobný popis konstrukce přednostního provedení drážkových žebor je uvedený v současně projednávané a dosud nerozhodnuté přihlášce FI-964988, podané stejným přihlašovatelem a jejíž obsah se takto, pro účely předloženého vynálezu, začleňuje do odvolávek.

Na obr. 4 připojené výkresové dokumentace je ve schematickém bokorysném pohledu a v příčném řezu znázorněného další provedení zařízení podle předloženého vynálezu. Vztahové  
25 značky na obr. 4, použité pro účely znázornění, odpovídají vztahovým značkám z obr. 1 až 3. Na citovém obr. 4 je znázorněná pouze jediná podávací spára 4, kterou obklopuje z vnější strany stator 2 a z vnitřní strany rotor 1. Z důvodu jasnosti a přehlednosti nejsou na obr. 4 znázorněné ani příváděcí prostředky, ani prostředky pro otáčení rotoru 1 a ani příslušné odpovídající drážky. Ve vnitřním prostoru rotoru 1 je uspořádaný kuželovitý šnek 9, který se prostřednictvím otáčecích prostředků 5 uvádí do rotačního pohybu. Výstupní konec podávací spáry 4 je pak  
30 v tomto uspořádání válcový. Za kuželovitým šnekem 9, ve směru tečení materiálu, může být uspořádaný usměrňovací trn 10, ve kterém se protlačovaný výrobek 11 rozšiřuje, což umožňuje výrobu orientovaných protlačovaných výrobků 11. Při obvyklé standardní výrobě neorientovaných protlačovaných výrobků 11 se příčný průřez zařízení přirozeně nemění. Uvedeným protlačovaným výrobkem 11 může být například plastová trubka, fólie, nebo opláštění kabelu.

Kuželovitý rotor 1 se může snadno posouvat v axiálním směru, takže nastavování vůle podávací spáry 4 je možné provádět bez jakýchkoliv obtíží. Prostřednictvím tohoto nastavování seřizování vůle je kromě toho možné ovládat a regulovat výtěžnost a kapacitu v zařízení generovaného tlaku, a množství tepla vznikajícího působením tření, aniž by bylo nutné měnit rychlost otáčení  
40 rotoru 1. Kromě toho se v axiálním směru může posouvat šnek 9 takovým způsobem, že je možné zařízení celkem snadno přizpůsobit pro účely činnosti jako vstříkovacího lisu. Charakteristická výtěžnost standardně používaného pístového extrudéru je kolem 25 kg/hod, zatímco použitím zařízení podle předloženého vynálezu je možné celkem snadno zajistit dosažení takové výtěžnosti, která překračuje hodnotu 200 kg/hod. Změnou velikosti délky válcového šneku 9 je  
45 celkem snadno možné optimalizovat úroveň a co nejlépe využívat vznikající tlak, který je nezbytný pouze pro protlačování hmoty zpracovávaného materiálu skrze lisovací nástroj. Uvedený šnek 9 a uvedený usměrňovací trn 10 mohou být opatřené doplňkovými, navzájem spráženými kanálky a malými otvory, skrze které je možné přivádět mazací prostředky a/nebo chladicí médium. V případě takového uspořádání se může mazání zařízení provádět například  
50 prostřednictvím roztaveného plastu, zatímco ochlazování, které se uskutečňuje v koncovém úseku nástroje, se může provádět za použití některého dalšího média.

Za výstupním koncem extrudéru ve směru protlačování mohou být z vnější strany výrobku 11 uspořádané ohřívací prostředky 12, které se uvádějí do činnosti například prostřednictvím působení ohřátého oleje nebo elektrické energie. Pro účely vytváření zesíťovaných vazeb mohou být  
55

ohřívací prostředky 12 vyrobené obzvláště výhodně z křemenného skla, takže ohřívací prostředky 12 jsou průhledné a vzhledem k tomu se pro účely vytváření zesíťovaných vazeb může využít infračervený ohřev, jehož použití je podrobně popsáno a uvedeno v současně projednávané a dosud nerozhodnuté přihlášce PCT/SE 96/01169, podané stejným přihlašovatelem a jejíž obsah se takto, pro účely předloženého vynálezu, začleňuje do odvolávek. Teplota protlačovaného výrobku a doba, po kterou je tento výrobek vystavený působení ohřívacích prostředků 12, to je jinak řečeno doba prodlevy materiálu, se mohou nastavovat a ovládat například prostřednictvím délky ohřívacích prostředků takovým způsobem, že zpracováváný materiál je možné rovněž dostatečně ohřívát například konvekci (prouděním). Teplotu ohřívacích prostředků a dobu prodlevy materiálu je možné nastavovat na takovou velikost, že zpracováváný materiál je na výstupu v maximální možné míře homogenizovaný.

Cílem takového zařízení, ve kterém deformační práce zůstává na nízkých úrovních, je, že aglomerované částice plastu není nutné úplně roztavit, přičemž se současně tření udržuje na takové úrovni, na jejímž základě se jednotlivé částice materiálu navzájem spojují prostřednictvím svých povrchových ploch. Z uvedeného důvodu je proto možné nechat hmotu materiálu s ne zcela roztavenými částicemi procházet i skrze extrudér, který není opatřený žádnými dodatečnými ohřívacími prostředky. Popsaný technologický postup zpracovávání zesíťovaného polyethylenu s vysokou molekulovou hmotností při nízké teplotě, například při teplotě pohybující se v rozmezí od 140 do 180 °C, při kterém peroxid nereaguje v dostatečně přijatelném časovém intervalu, není přítomnost neroztavených částic materiálu žádným způsobem podstatná pro vlastnosti konečného výrobku, avšak, vzhledem k tomu, že k extrudéru zařízení podle předloženého vynálezu jsou přičleněné ohřívací prostředky, ve kterých se teplota zpracováváného materiálu prudce zvyšuje, například na teplotu 250 °C, načež se dosud neroztavené částice úplně roztaví, což v konečném důsledku znamená, že se hmota protlačovaného materiálu v konečné fázi homogenizuje a peroxid se rychle rozkládá a rozpadá.

Jak již bylo uvedeno shora, je uložení trnu 10 provedené bez nutnosti použití upínacích ramen podle navrhovaného uspořádání velmi výhodné vzhledem k tomu, že v takovém případě se tečení materiálu v žádném stadiu zpracovávání nerozděluje. Při použití dlouhého trnu 10 však, bohužel, vznikají problémy s ovládním a regulují tolerancí tloušťky stěny a vystředování trnu 10. Například, při vytváření trubky o průměru 100 mm, jejíž stěna má tloušťku asi 10 mm, se vyžadují ohřívací prostředky, jejichž délka musí být větší než 2 m. V takovém případě se trn 10 celkem snadno ohýbá, přičemž tento trn není možné udržovat ve vystředěné poloze. Tento nežádoucí problém je možné, za účelem snižování tření, eliminovat opatřením, které spočívá v uspořádání torzní tyče 14 na konci trnu 10 vzhledem ke směru protlačování, přičemž tato torzní tyč 14 vykazuje průměr, který může být menší, co do velikosti, než největší průměr trnu 10. Na konci torzní tyče 14 je pak uspořádaný kalibrovací kus 15, který je nebo alespoň ta jeho část, která se nachází ve styku s protlačovaným výrobkem 11, vytvořený z materiálu s velmi dobrými kluznými vlastnostmi, například takového jako je polytetrafluorethylen, takovým způsobem, že se kalibrovací kus 15 kluzně posouvá po povrchové ploše vnitřní stěny protlačovaného výrobku 11. V případě, kdy kalibrovací kus 15 přečnává například do vnitřku chladicí lázně 16 nebo dokonce dále do prostoru odtahovacího zařízení 17, zůstává tento kalibrovací kus 15, pokud je to žádoucí, v poloze, ve které se nachází ve vzájemném styku s již stabilizovanou stěnou protlačovaného výrobku. Při tomto uspořádání se vystředování trnu 10 v oblasti roztaveného materiálu může celkem snadno seřizovat na přesně korigovanou polohu, například prostřednictvím vychylování axiální polohy odtahovacího zařízení 17. Dlouhá torzní tyč 14 pak, za účelem dosažení správného a přesného vystředování, odpovídajícím způsobem prohýbá trn 10, přičemž dochází k jeho uvádění do vystředěné polohy.

Na obr. 5 připojené výkresové dokumentace je znázorněn bokorysný pohled na část rotoru zařízení podle předloženého vynálezu. Vztahové značky na obr. 5, použité pro účely znázornění, odpovídají vztahovým značkám z obr. 1 až 4. Citovaný obr. 5 znázorňuje uspořádání rotoru 1 v oblasti příváděcího pásma pro dodáván zpracováváného materiálu. Ve stavu, který je znázorněný na obr. 5, se protlačovaný materiál prostřednictvím jedné z příváděcích prostředků dodává

jak do vnějšího prostoru, obklopujícího rotor, tak do vnitřního prostoru rotoru 1. Na vstupu přiváděcích prostředků je rotor 1 opatřený podávacími spárami 13, skrze které může určité množství materiálu z přiváděcích prostředků 6 procházet do vnitřního prostoru rotoru 1. Okraje uvedených podávacích spár 13 jsou opatřené zešikmeními 13a, které jsou uspořádané tak, že každé první zešikmení 13a je orientované a vedené na vnější obvod rotoru 1, zatímco každé následující další, střídavě uspořádané, zešikmení je orientované a vedené na vnitřní obvod rotoru 1. Během otáčení rotoru 1 se na základě tohoto uspořádání dodávaný materiál vede skrze každou první podávací spáru 13 a posouvá do vnějšího prostoru, obklopujícího rotor 1, a skrze každou následující další, střídavě uspořádanou, podávací spáru se vede a posouvá do jeho vnitřního prostoru. Uvedeným způsobem vytvořená zešikmení zajišťují distribuci přiváděného materiálu jak do vnitřního prostoru, tak i do vnějšího prostoru rotoru 1. na obr. 5 připojené výkresové dokumentace jsou zešikmení 13a pro převádění materiálu do vnitřního prostoru rotoru 1 naznačena prostřednictvím přerušované čáry.

Na obr. 6 připojené výkresové dokumentace je část rotoru, znázorněná na obr. 5, představená v pohledu v příčném řezu. Vztahové značky na obr. 6, použité pro účely znázornění, odpovídající vztahovým značkám z obr. 1 až 5. Uvedenými přiváděcími prostředky 6 je ve zvláště výhodné provedení tlakový podávací šnek, který zajišťuje vytvoření dostatečně vysokého tlaku v přiváděném materiálu během jeho posouvání do extrudéru. Prostřednictvím tohoto tlakového podávacího šneku a odpovídající orientace zešikmení 13a jednotlivých podávacích spár 13 střídavě směrem do vnitřního a do vnějšího prostoru rotoru 1 je zajištěno přivádění dostatečného množství materiálu, který se má protlačovat, do drážek 7, což v konečném důsledku zaručuje dosažení vysoce efektivní a vyrovnané výtěžnosti protlačovacího zařízení. Citovaný obr. 6 prostřednictvím přerušované čáry znázorňuje zešikmení, nacházející se za rovinou příčného řezu, pro převádění materiálu z podávací spáry 13 směrem do vnitřního prostoru rotoru. Je možné, avšak ne nezbytně nutné, zajistit v místech, ve kterých jsou zešikmení 13a orientována směrem k vnějšímu obvodu rotoru 1, vytvoření průchozích děr, neboť postačuje v takových místech vytvořit dutinu, skrze kterou může materiál procházet do drážek, uspořádaných na vnější ploše rotoru 1.

Na obr. 7 připojené výkresové dokumentace je znázorněná drážka 7 rotoru 1 v příčném průřezu se schematickým naznačením pohybu materiálu v této drážce. V případě, znázorněném na citovaném obr. 7, vykazuje drážka v příčném řezu v podstatě půlkruhovou konfiguraci. Následkem rozmístění žeber 7a drážek 7 rotoru podle předloženého vynálezu a žeber 8a protisměrných drážek 8 zůstává protlačovaný materiál účinně a fakticky v drážce 7 a na základě této skutečnosti zajišťuje tečení materiálu krouživým pohybem. Půlkruhový profil drážky, znázorněný na citovaném obr. 7, je pro uvedený krouživý pohyb maximálně výhodný. Tečení materiálu krouživým pohybem je na obr. 7 naznačené prostřednictvím šipek. Příčný průřez drážek v podstatě trojúhelníkovité konfigurace, znázorněný na obr. 3 připojeno výkresové dokumentace, je pro tečení materiálu krouživým pohybem rovněž výhodný, což znamená, že i v tomto případě je zajištěno tečení materiálu krouživým pohybem, které je shodné s posuvem materiálu, znázorněným prostřednictvím šipek na obr. 7.

Tečení materiálu v drážkách šneku krouživým pohybem, které je výsledkem působení tření na stěnách válce standardně používaného extrudéru, zajišťuje vytváření značně velkého teplotního gradientu. Takto dosahovaná nerovnoměrná teplota je nežádoucí a škodlivá dvěma způsoby. Za prvé činí nemožným protlačování čidel citlivých na působení teploty, neboť je zcela zřejmé, že v případě, kdy je skutečná lokální teplota například vyšší o 40 °C než nastavená teplota extrudéru, bude následkem uvedené skutečnosti, například v případě zpracovávání zesíteného polyethylenu, vytvoření produktu s lokálně zesílenými oblastmi. Při zpracovávání PVC mohou vysoké lokální teploty způsobovat tepelnou degradaci materiálu. Z jiného hlediska činí tato nerovnoměrná teplota technologický postup zpracování mnohem obtížnější, protože většina plastů snadno mění svou viskozitu v souvislosti s působením teploty. Jako příklad lze uvést rozsah intenzity působení smyku charakteristického polyethylenu, jehož viskozita je při zvýšení teploty o 60 °C snižuje z původní hodnoty 1000 Pa.s na asi polovinu. V případě vytvoření drážky s příčným průřezem půlkruhového nebo trojúhelníkovitého profilu je tečení materiálu snadnější a tep-

lotní gradienty vykazují menší hodnoty. Zdokonalené tečení materiálu krouživým pohybem kromě toho dále podstatně snižuje nekontrolovatelné generování tepla, způsobeného třením. Vzdálenost mezi vrcholovými branami (žebry) šneku u standardně používaného extrudéru se přibližně rovná jeho průměru, přičemž charakteristickým důsledkem této skutečnosti je poměr  
 5 šířky drážky k její hloubce větší než 10. Avšak, při zpracovávání plastů s vysokou molekulární hmotností musí být, v každém případě, velikost potřebné deformační práce co možná nejmenší, což jinak řečeno znamená, že musí být co možná nejmenší teplo, vznikající působením tření. Na základě shora uvedeného je pravděpodobné a zároveň lze předpokládat, že bude uvádění do  
 10 a zpracovávání materiálu způsobem tečení krouživým pohybem v mělké drážce mnohem obtížnější než například v drážce půlkruhové nebo trojúhelníkovité konfigurace. Takto, pro kuželovitý extrudér s drážkami obdélníkového profilu, se pak optimální poměr šířky drážky ku její hloubce přednostně pohybuje v rozmezí od 2 do 7.

Na obr. 8 připojené výkresové dokumentace je uvedené schematické znázornění výrobku, vytvořeného za použití zařízení podle předloženého vynálezu, v příčném řezu. Vzhledem k tomu,  
 15 že je dosažení požadovaného tečení materiálu krouživým pohybem v drážce šneku podle předloženého vynálezu velmi snadné, vyplývají z uvedeného uspořádání dvě užitečné výhody: celkové tření mezi statorem a rotore zařízení je mnohem menší než předpokládané, což je částečně způsobené důsledkem uspořádání protisměrných drážek, a částečně tím, že je tímto  
 20 uspořádáním zajištěno tečení materiálu krouživým pohybem laminárního charakteru, což znamená, že se přemísťování materiálu ve tvaru tyče drážkou podobá navíjení papíru do kotoučového svitku. Výsledkem shora uvedeného způsobu zpracování je pak například plastická trubka, která je znázorněná na citovaném obr. 8, ze kterého může být seznatelné množství příčných laminárních vrstev, jejichž vytvoření je způsobené tečením materiálu v drážce krouživým pohy-  
 25 bem. Vzhledem k tomu se může například ve stěně výrobku, vykazujícího přednostně tloušťku 4 mm a vytvořeného uvedeným způsobem, nacházet více než 50 laminárních vrstev. Popsaná laminární struktura protlačované trubky 11 je na obr. 8 připojené výkresové dokumentace naznačená prostřednictvím tenkých čar. Tato laminární struktura zajišťuje značně vyšší hodnoty vrubové houževnatosti a významně zdokonalené hodnoty týkající se propustnosti materiálu,  
 30 zejména v případě, kdy se do zpracovávaného matricového plastu přidává bariérový plast, například polyamid nebo LCP, v množství 1 až 30 %. Vytvoření laminární struktury je nejlépe zajištěno v případě, kdy nejsou matricový plast a bariérový plast navzájem promíchané, ale vykazují s výhodou dobrou vzájemnou přilnavost. Kromě toho bylo dále zjištěno, že je rovněž výhodné, jestliže bariérový plast při stejné teplotě vykazuje přednostně větší viskozitu než  
 35 matricový plast. Jako bariérového plastu se s výhodou použije alifatický polyketon (například polyketon známý pod obchodním označením Ketonex a vyráběný firmou British Petroleum). Trubka 11 byla vyrobená například protlačováním směsi, sestávající z polyethylenu s obsahem polypropylenu v množství 1 %.

Při použití peroxidů nebo azosloučenin se v plastech vytvářejí nízkomolekulární sloučeniny, které vykazují nepříjemnou příchuť a/nebo zápach a které nežádoucím způsobem migrují na  
 40 povrchové plochy polyethylenu. Během standardního, běžně používaného výrobního postupu se proto musí trubky před jejich možným použitím v kombinaci s potravinami omývat nebo upravit tepelným zpracováním. Prostřednictvím zařízení podle předloženého vynálezu je možné rovněž  
 45 vytvářet vícevrstvý plastový výrobek, jehož vnější, tlustší vrstva je vytvořená ze zesíťovaného polyethylenu a jehož vnitřní vrstva je vytvořená z bariérového plastu takovým způsobem, že migrace všech zbytkových produktů vznikajících při vytváření zesíťovaných vazeb ve vnější vrstvě, na povrchovou plochu vnitřní vrstvy konečného výrobku je v důsledku přítomnosti ochranné  
 50 vrstvy, vytvořené bariérovým plastem, zcela eliminovaná.

Na obr. 9 připojené výkresové dokumentace je ve schematickém bokorysném pohled znázorněný rotor zařízení podle předloženého vynálezu. Vztahové značky na obr. 9, použité pro účely  
 55 znázornění, odpovídající vztahovým značkám z obr. 1 až 8. Rotor 1 je opatřený mezilehlou prstencovou drážkou 7', která je v podstatě kolmá na axiální směr rotoru. Tato mezilehlá prstencová drážka 7' zajišťuje dodatečnou homogenizaci protlačovaného materiálu. V této mezilehlé

drážce 7 se bude zpracováván materiál, před jeho návratem do drážek 7 posouvat na vzdálenosti několik drážek v radiálním směru. Mezilehlá prstencová drážka 7' může být uspořádána buď v rotoru, ve statoru nebo v obou z nich. Zvláště v případě válcového rotoru 1 se objem protisměrných drážek 8 přednostně zmenšuje do té doby, dokud nedosáhne mezilehlé drážky 7', a po jejím překonání pokračuje s v podstatě konstantním průřezem. Mezilehlá prstencová drážka 7' je s výhodou uspořádána v axiálním směru za středním úsekem extrudéru a přednostně v bodě, nacházejícím se ve 2/3 délky zařízení v axiálním směru. Stoupání drážky 7 rotoru, nacházející se za mezilehlou drážkou 7', se může celkem snadno měnit. V případě vytvoření stoupání drážky 7 v ostřejším úhlu se dosáhne stejné výtěžnosti zařízení jako v případě, kdy úhel stoupání drážky 7 za mezilehlou drážkou 7' zůstává konstantní, avšak prostřednictvím uspořádání s ostřejším úhlem stoupání drážky 7 je možné dosáhnout snížení celkového množství tepla, generovaného třením jako důsledku zmenšení celkové délky drážek 7. Podle předloženého vynálezu zůstává příčný průřez drážek 7 v podstatě neměnným zahrnuje rovněž provedení, ve kterém je rotor a/nebo stator opačný mezilehlou prstencovou drážkou 7', jejíž prostřednictvím dochází k přeskupování částic materiálu za účelem zajištění jeho homogenity.

V případě, znázorněného na obr. 9 připojené výkresové dokumentace se ve smykovém pásmu rozkládá mezilehlá prstencová drážka 7'. Mísení hmoty zpracovávaného materiálu probíhá v této mezilehlé drážce 7', zatímco následná homogenizace probíhá až za mezilehlou drážkou 7'.

Na obr. 10 připojené výkresové dokumentace je schematicky znázorněný jednak, prostřednictvím plné čáry, průběh činného působení tlaku v zařízení podle předloženého vynálezu, a jednak, prostřednictvím přerušované čáry, průběh činného působení tlaku ve standardně používaném extrudéru. Jak může být z citovaného obr. 9 seznatelné, ve standardně používaném extrudéru se tlak P zvyšuje až ke konci jeho délky a proto se zcela přirozeně v bodě A, který představuje místo uspořádání výstupního konce zařízení, nachází na nejvyšší hodnotě. U zařízení podle předloženého vynálezu probíhá snižování tlaku již v podstatě od počátečního stadia zpracovávání ve smykovém pásmu. Směrem k výstupnímu konci se pak postupně snižuje.

Na obr. 11 připojené výkresové dokumentace je v bokorysném pohledu a v částečném příčném řezu znázorněné další provedení zařízení podle předloženého vynálezu. Vztahové značky na obr. 11, použité pro účely znázornění, odpovídají vztahovým značkám z předcházejících obr. 1 až 10. Jak rotor 1, tak stator 2 mají v tomto případě válcovou konfiguraci. Drážky 7, vytvořené v rotoru 1 a rozkládající se po celé jeho délce, mají v podstatě stále stejný příčný průřez. Příčný průřez protisměrných drážek 8, vytvořených ve statoru 2, se naproti tomu průběžně zmenšuje. Tyto protisměrné drážky 8 se rozkládají přibližně do střední části zařízení, přičemž přednostní bod jejich ukončení se nachází v 1/3 celkové délky zařízení.

Na obr. 12 připojené výkresové dokumentace je v bokorysném pohledu a v příčném řezu znázorněný detail části dalšího provedení zařízení podle předloženého vynálezu. Vztahové značky na obr. 12, použité pro účely znázornění, odpovídají vztahovým značkám z předcházejících obr. 1 až 11. Rotor 1 a stator 2 a 3 mají v tomto případě kuželovitou konfiguraci. Rotor 1 je vytvořený tak, že spára mezi tímto rotorem 1 a statory 2 a 3 je v jeho konečném úseku podstatně větší než v počátečním úseku. Velikost této spáry může být například v počátečním úseku asi 0,5 mm, zatímco na konci je asi 6 mm. Kromě toho drážky 7 a protisměrné drážky 8 jsou zakončené v koncovém úseku rotoru a materiál před výstupem protéká shora zmiňovanou širokou spárou. V takovém případě je možné zvýšit rychlost otáčení rotoru, neboť intenzita působení smyku na materiál je v tomto koncovém úseku v důsledku existence široké spáry nízká. Tímto způsobem je možné dále zvyšovat výtěžnost, což znamená, že je možné dosáhnout vysoké výtěžnosti i v případě použití malého zařízení. Takto je rovněž možné zajistit rovnoměrné smykové pole s tím, že je při tomto uspořádání možné udržovat velmi rovnoměrnou teplotu zpracovávaného materiálu, což je neobyčejně významné při zpracovávání takových plastů, jako je například zesíťovaný polyethylen (obvykle označovaný zkratkou PEX). Zároveň je takto rovněž možné, pokud se to vyžaduje, zajistit započítání vytváření zesíťovaných vazeb již v extrudéru. Na základě

popsaného uspořádání je dále možné zajistit vytváření výrobku s laminární strukturou, která nezahrnuje dokonce ani eliptické útvary, znázorněné na obr. 8, a je v celém svém průřezu pouze laminární. Kromě toho je rovněž možné použít menší převodové ústrojí vzhledem k tomu, že se mohou využít vysoké rychlosti otáčení při menším točivém momentu s tím že výkon zůstává konstantní. Dále je možné využít podstatně větších výrobních tolerancí na konci rotoru, což ve svém důsledku představuje snížení výrobních nákladů. S výhodou se zúžená část rotoru 1 rozkládá alespoň na polovinu jeho celkové délky, a přednostně tato přímá část rotoru může tvořit až 2/3 celkové délky rotoru. Protisměrné drážky 8 statoru jsou vytvořené tak, že se rozkládají až k bodu, ve kterém dochází k zúžení rotoru neboli ke zvětšení spáry mezi rotorem a statorem. Účelem zúžení rotoru může být také zajištění vytvoření směrování zpracovávaného materiálu a z tohoto důvodu může být rotor opatřený otvory, skrze které může tento materiál volně protékat; jinak řečeno může být konstrukční uspořádání koncového úseku rotoru v podstatě shodné s uspořádáním které je popsané v patentové přihlášce PCT/FI 96/00261 téhož přihlašovatele, která se tímto začleňuje do odvolávek předloženého vynálezu.

Připojená výkresová dokumentace a na jejím základě provedený popis zamýšlené pouze jako názorná ilustrace vynálezecké myšlenky. Jednotlivé detaily předloženého vynálezu se mohou obměňovat v rozsahu dále uvedených patentových nároků. Vzhledem k tomu, například výraz „kuželovitý“ zahrnuje i takové tvarové konfigurace jako je parabola a hyperbola, nebo takové konstrukční uspořádání, ve kterém má počáteční úsek zařízení tvaru komolého kužele a konečný úsek válcový tvar. Kromě toho může být v navrhovaném zařízení uspořádáno několik rotorů a/nebo statorů. Navíc může být rotor, pokud se to požaduje, umístěný vně statoru.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby plastových výrobků protlačováním, při kterém se k protlačování určený materiál ve formě prášku, pelet nebo granulí za použití jednoho nebo několika přiváděcích prostředků (6) zavádí do pracovní dutiny, sestávající z objemu drážek (7) vytvořených v rotoru (1), objemu drážek (8) vytvořených ve statoru (2, 3) a objemu spáry, nacházející se mezi rotorem (1) a statoru (2, 3) **vyznačující se tím**, že plocha příčného průřezu pracovní dutiny se ve směru osy extrudéru alespoň částečně plynule zmenšuje a prostřednictvím navzájem otáčivého pohybu statoru a rotoru a jím způsobeného nuceného přemísťování zpracovávaného materiálu ve směru osy X se část materiálu tvořícího nosnou vrstvu, sestávající především z neroztavených částic a z určitého množství roztavených částic nacházejících se kolem nich, taví teplem generovaným třením způsobeným smykem, a umožňuje se vyplňování pracovní dutiny až do jejího úplného vyplnění v určitém příčném průřezu, nacházejícím se v odstupu od konce zařízení, čehož důsledkem se působící tlak zvyšuje na úroveň vyšší než potřebnou pro protlačování zpracovávaného materiálu skrze lisovací nástroj, uspořádaný za extrudérem ve směru osy Y.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že objem pracovní dutiny se ve směru osy X zmenšuje alespoň přes smykové pásmo až do jeho ukončení, nacházející se v oblasti středního úseku celkové délky rotoru (1), s výhodou v oblasti nacházející se v rozmezí od 1/3 do 2/3 celkové délky šneku.

3. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že objem pracovní dutiny se za smykovým pásmem udržuje konstantní nebo se zvětšuje.

4. Způsob podle jakéhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že materiál, sestávající z roztavených a určitého možného množství neroztavených částic, se homogenizuje a mísí v pásmu, které je uspořádáno po smykovém pásmu s tím, že geometrie toto pásmo tvořících drážek je taková, že intenzita působení smyku je nižší než ve smykovém pásmu.



5. Způsob podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že tlak působící na zpracovávaný materiál, se za smykovým pásmem nezvyšuje.
6. Způsob podle jakéhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že rychlost tečení zpracovávaného materiálu ve směru drážky (7) se mění prostřednictvím nuceného protlačování materiálu skrze mezilehlou prstencovou drážku (7'), která je uspořádána na vstupu do nové sady šroubovitých drážek.
7. Způsob podle jakéhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že protlačovaný materiál se zpracovává v tak malém rozsahu, že tečením přemísťovaný materiál na výstupním konci extrudéru, před případně uspořádanými ohřívacími prostředky pro ohřev zpracovávaného materiálu, zahrnuje částečně neroztavené částice, které jsou navzájem spojeny převážně svými povrchovými plochami prostřednictvím průběžné aglomerace, probíhající během zpracování.
8. Způsob podle jakéhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že rotor (1) a/nebo stator (2, 3) se v příváděcím pásmu ochlazuje tak, aby tepelný tok, přiváděný z výstupního konce zařízení, nezpůsobil předčasné tavení zpracovávaného materiálu.
9. Způsob podle jakéhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že teplota materiálu, nacházejícího se v ohřívacích prostředcích (12), se zvyšuje na vyšší hodnoty než teplota materiálu, nacházejícího se v extrudéru.
10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že teplota ohřívacích prostředků (12) a doba prodlevy materiálu v oblasti účinku ohřívacích prostředků (12) se nastavují tak, že na výstupu je zpracovávaný materiál z převážné části homogenizovaný.
11. Způsob podle jakéhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že ve vnitřním prostoru výrobku (11) je uspořádaný trn (10), opatřený na svém konci torzní tyčí (14), přičemž trn (10) se vystředňuje prostřednictvím torzní tyče (14), která se svým kalibrovacím kusem opírá o vnitřní povrchovou plochu již zhotoveného výrobku (11).
12. Zařízení pro vytváření protlačovaných plastových výrobků, zahrnující alespoň jeden rotor (1), alespoň jeden stator (2, 3) a mezi nimi uspořádanou podávací spáru (4, 13), přičemž je dále opatřeno drážkami (7) uspořádanými na jedné straně podávací spáry (4), pro přechování a přemísťování protlačovaného materiálu směrem k výstupu během otáčení rotoru (1) s tím, že příčný průřez těchto drážek (7) ne neměnný, a protisměrnou drážkou (8), vytvořenou na druhé, protilehle uspořádané straně podávací spáry (4), přičemž závit protisměrné drážky (8) vykazuje opačné stoupání vzhledem ke směru stoupání k ní protilehle uspořádané drážky (7), **vyznačující se tím**, že za příváděcím pásmem je uspořádáno smykové pásmo, že protisměrná drážka (8) je uspořádána přes celou délku tohoto smykového pásma, a že plocha příčného průřezu pracovní dutiny, sestávající z objemu drážek (7) vytvořených z rotoru (1), objemu drážek (8) vytvořených ve statoru (2, 3) a objemu spáry, nacházející se mezi rotorem (1) a státorem (2, 3) se ve směru osy extrudéru alespoň částečně plynule zmenšuje.
13. Zařízení podle nároku 12, **vyznačující se tím**, že rotor (1) a stator (2, 3) mají tvar válce, a příčný průřez protisměrné drážky (8) se směrem ke konci smykového pásma rovnoměrně zmenšuje.
14. Zařízení podle nároku 12 nebo 13, **vyznačující se tím**, že šířka protisměrné drážky (8) je menší než šířka žeber (7a) mezi drážkami (7), které jsou vytvořeny na opačné straně podávací spáry (4).

15. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 12 až 14, **vyznačující se tím**, že šířka protisměrné drážky (8) je o 30 až 50 % menší než šířka drážky (7), vytvořené na opačné straně podávací spáry (4).
- 5 16. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 12 až 15, **vyznačující se tím**, že stoupání protisměrné drážky (8) se pohybuje v rozmezí od 1 do 90°, přičemž toto stoupání představuje polovinu stoupání drážky (7), vytvořené na opačné straně podávací spáry (4), a přednostně se pohybuje v rozmezí od 3 do 10°.
- 10 17. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 12 nebo 14 až 16, **vyznačující se tím**, že podávací spára (4) je v alespoň části své délky kuželovitá takovým způsobem, že průměr této podávací spáry (4) na vstupním konci pro přivádění materiálu je větší než její průměr nacházející se v blízkosti výstupního konce materiálu, a poměr průměru širší části kužele podávací spáry k průměru jeho užší části je stejný jako poměr hustoty materiálu v nezpracovaném stavu k sypké hmotnosti protlačováním zpracovávaného materiálu.
- 15 18. Zařízení podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že zpracovávaný materiál se do podávací mezery (4) přivádí prostřednictvím několika přiváděcích prostředků (6), které jsou uspořádány v různých polohách v axiálním směru a/nebo obvodovém směru zařízení.
- 20 19. Zařízení podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že poměr šířky drážky (7) k hloubce této drážky se pohybuje v rozmezí od 2 do 7.
- 25 20. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 12 až 19, **vyznačující se tím**, že drážky (7) vykazují příčný průřez půlkruhového tvaru.
- 20 21. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 12 až 19, **vyznačující se tím**, že drážky (7) vykazují příčný průřez trojúhelníkového tvaru.
- 30 22. Zařízení podle nároku 21, **vyznačující se tím**, že alespoň některá ze žeber (7a) drážek (7) jsou opatřena zešikmením takovým způsobem, že spára mezi rotorem (1) a statorem (2, 3) je na předním okraji žebra (7a) větší než na zadním okraji tohoto žebra (7a).
- 35 23. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 12 až 22, **vyznačující se tím**, že rotor (1) je z vnější strany obklopen vnějším statorem (2) a z vnitřní strany vnitřním statorem (3), a zpracovávaný materiál se jak do vnějšího, tak i vnitřního prostoru rotoru (1) zavádí prostřednictvím stejných přiváděcích prostředků, přičemž rotor (1) zahrnuje podávací spáry (13) opatřené zešikmeními (13a), která jsou uzpůsobena pro přivádění materiálu do vnějšího prostoru rotoru (1) skrze každou první podávací spáru (13) se zešikmením a do vnitřního prostoru rotoru (1) skrze každou následující druhou, střídavě uspořádanou podávací spáru se zešikmením.
- 40 24. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 12 až 23, **vyznačující se tím**, že materiál se do podávací spáry (4) zavádí prostřednictvím přiváděcího prostředku (6), kterým je šnek s nuceným podáváním.
- 45 25. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 12 až 24, **vyznačující se tím**, že rotor (1) a stator (2,3) jsou na své povrchové ploše opatřeny ochrannou vrstvou, která je odolná proti opotřebení, a materiál, ze kterého jsou rotor (1) a stator (2, 3) vytvořeny vykazuje lepší tepelnou vodivost než nástrojová ocel.
- 50 26. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 12 až 25, **vyznačující se tím**, že drážky (7) rotoru (1) a drážky (8) statoru (2, 3), nacházející se za smykovým pásmem vykazují stejné stoupání.

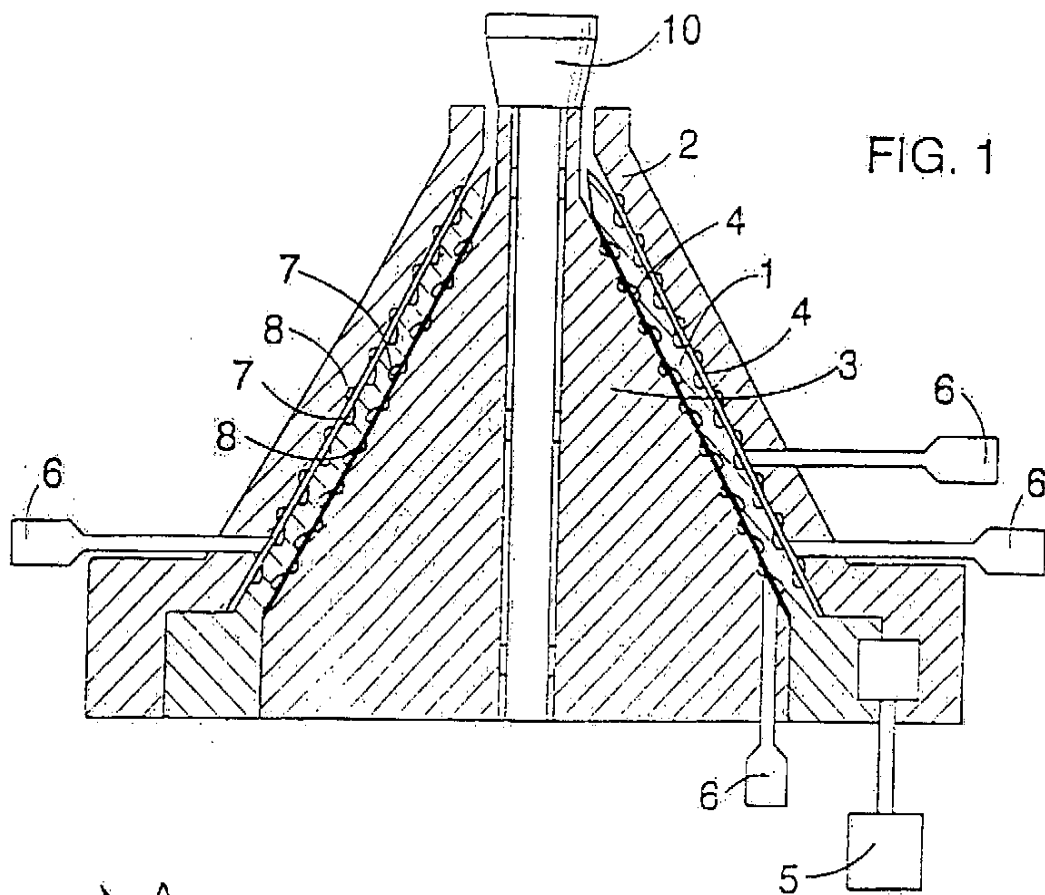


FIG. 1

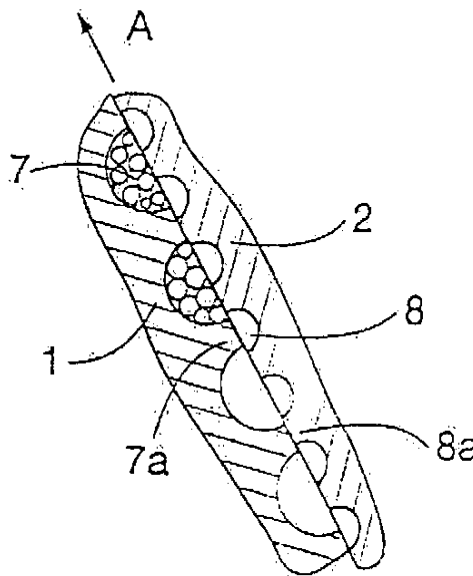


FIG. 2

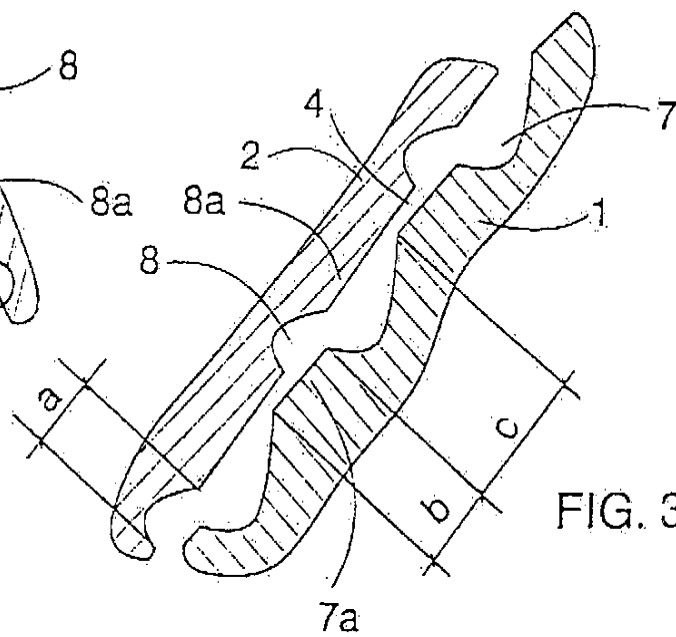


FIG. 3

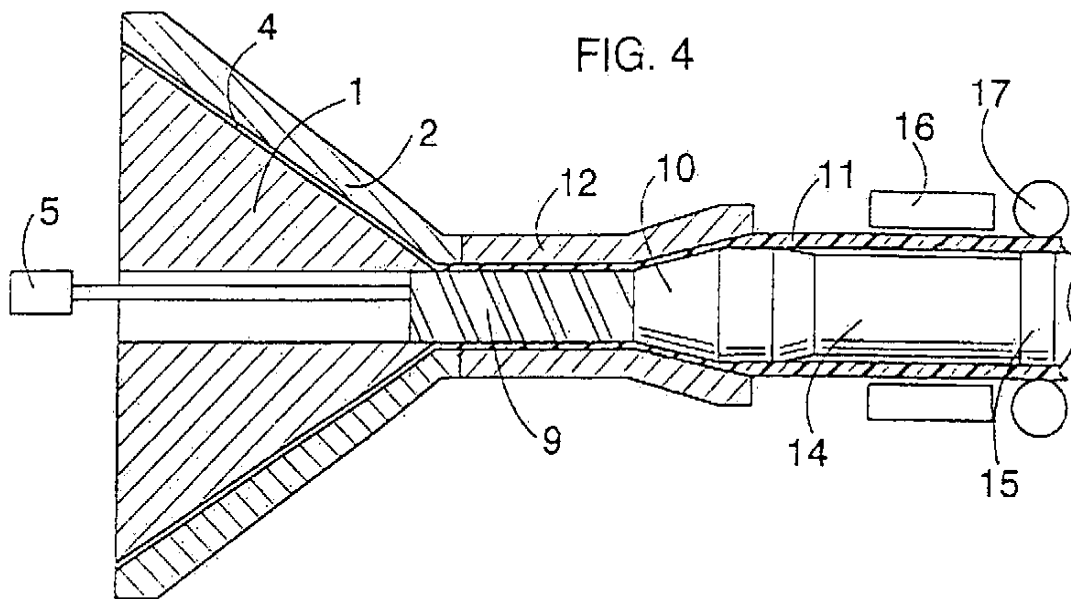


FIG. 4

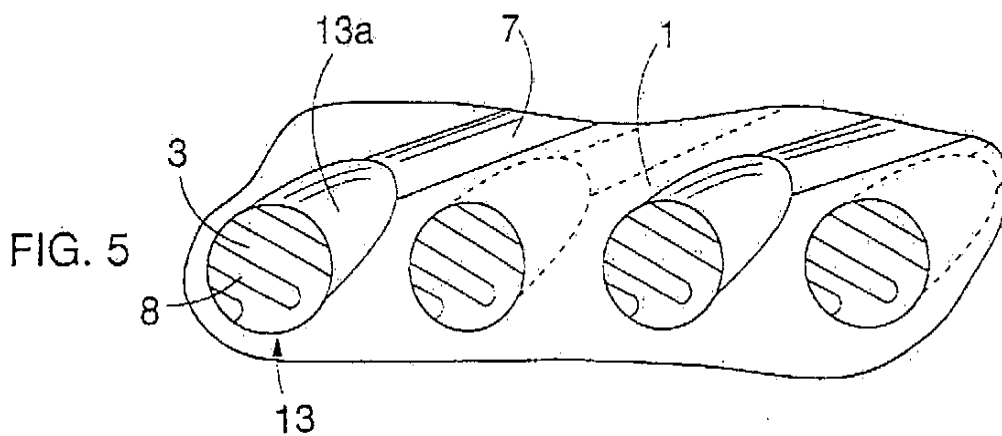


FIG. 5

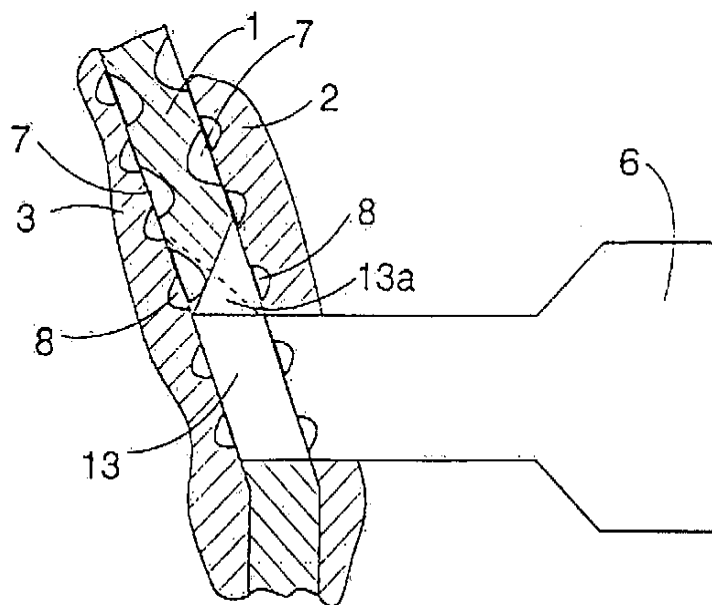


FIG. 6

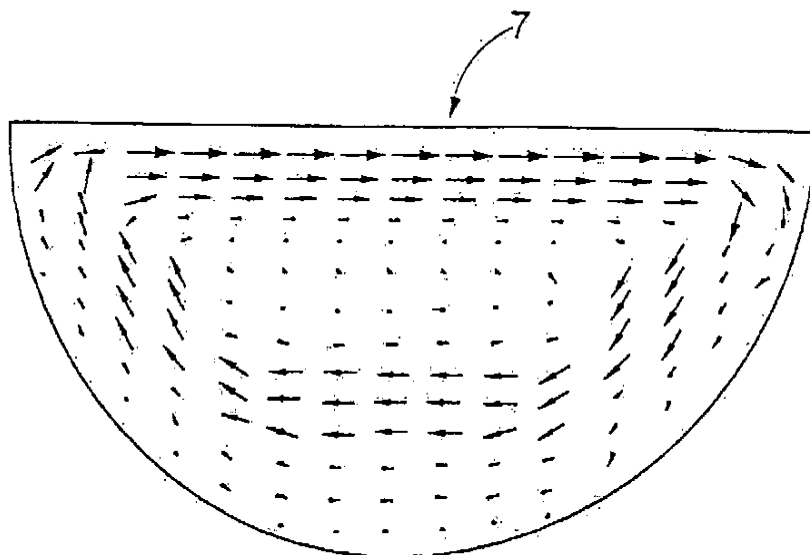


FIG. 7

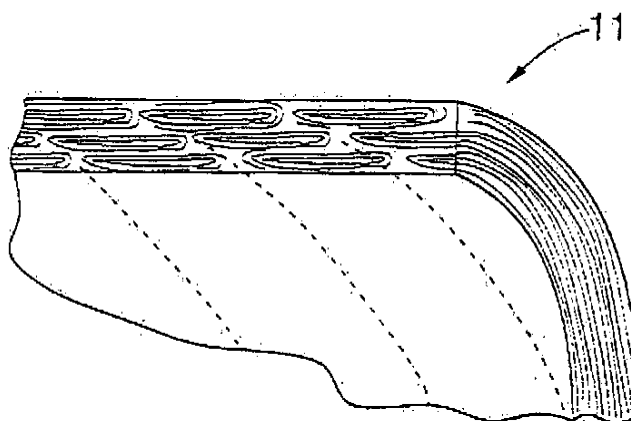


FIG. 8

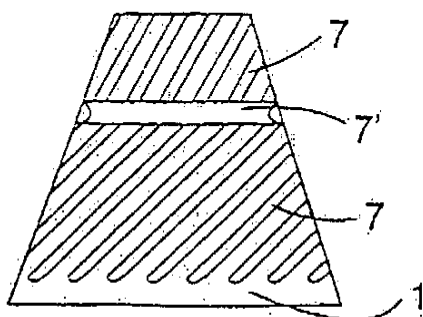


FIG. 9

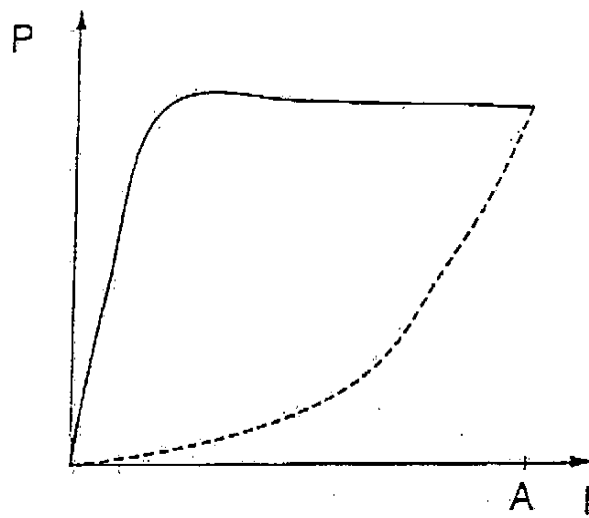


FIG. 10

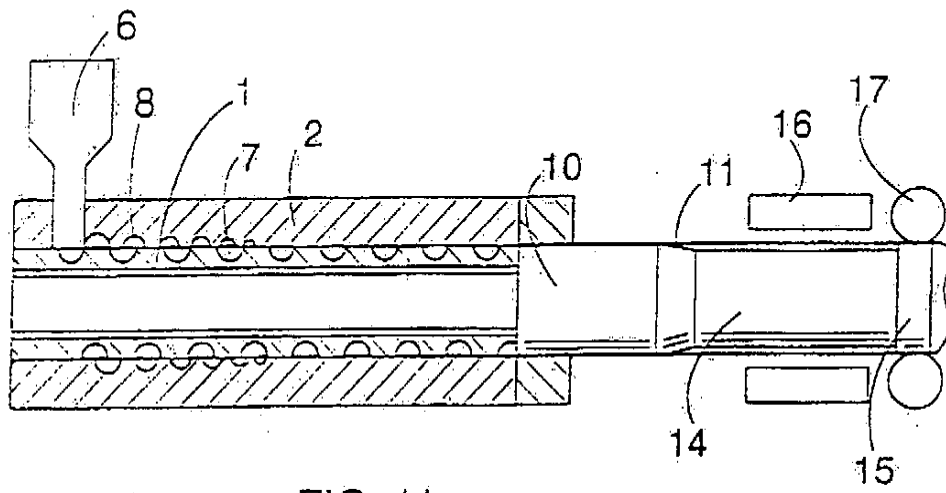


FIG. 11

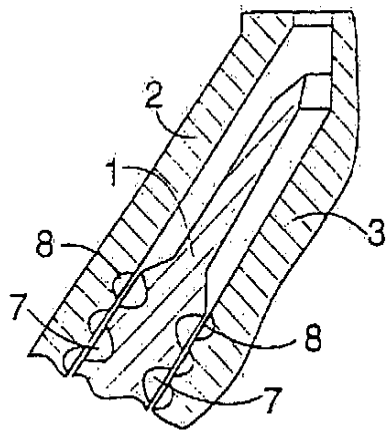


FIG. 12

Konec dokumentu