

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **16.10.2001**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **20.10.2000**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/00203671**
(33) Země priority: **EP**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.09.2003**
(Věstník č. 9/2003)
(86) PCT číslo: **PCT/EP01/11927**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO02/034513**

(21) Číslo dokumentu:

2003 - 1038

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

B 32 B 27/32

F 16 L 9/12

F 16 L 9/133

(71) Přihlašovatel:

SOLVAY POLYOLEFINS EUROPE - BELGIUM
(SOCIÉTÉ ANONYME), Brussels, BE;

(72) Původce:

Scheelen André, Brussels, BE;
Vandevijver Eric, Woluwe-Saint-Pierre, BE;

(74) Zástupce:

Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Vícevrstvá polyethylenová trubka

(57) Anotace:

Vícevrstvá trubka, která obsahuje hlavní vrstvu vyrobenou z polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT menší než 8000 h, a vnitřní vrstvu vyrobenou z polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT vyšší než 8000 h, přičemž tloušťka vnitřní vrstvy představuje 1 % až 25 % celkové tloušťky trubky, ale není menší než 0,3 mm.

Vícevrstvá polyethylenová trubka

Oblast techniky

Vynález se týká polyethylenových trubek, zejména trubek obsahujících alespoň dvě vrstvy vyrobené z různých polyethylenových sloučenin.

Dosavadní stav techniky

Je známo, že polyethylenové sloučeniny se používají pro výrobu trubek pro dopravu tekutin pod tlakem. Tyto trubky vyžadují vysokou tuhost (mez pevnosti při tečení) kombinovanou s vysokou odolností proti pomalému růstu trhlin, a stejně tak s vysokou odolností proti šíření trhlin, a vyžadují tedy vysokou rázovou houževnatost. Polyethylenové trubky mají vzhledem ke své nízké hmotnosti a snadnému sestavování pomocí sváření široké využití. Polyethylenové trubky mají rovněž dobrou ohebnost a nekorodují. V daném oboru známé sloučeniny pro výrobu trubek jsou označovány jako „PE 80“ a „PE 100“. Tato klasifikace je popsána v ISO 9080 a v ISO 12162. Jedná se o polyethylenové sloučeniny, které, pokud se použijí pro výrobu trubek o specifických rozměrech, odolávají dlouhodobým tlakovým zkouškám při různých teplotách po dobu 10 000 h. Extrapolace ukazuje, že trubky mají při 20 °C odolnost při padesátileté tlakové zkoušce alespoň 8 MPa, respektive 10 MPa.

Polyethylenové trubky vyrobené z těchto polyethylenových sloučenin mají zpravidla dobrou odolnost

proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání. Nicméně pokud se tyto známé trubky umístí do půdy obsahující skálu a kameny nebo na tuto půdu, potom může poškrábání trubek vést ke vzniku trhlin. Kromě toho může docházet k bodovému zatížení potrubí způsobenému nárazem skály, což může rovněž způsobit vzrůst trhlin. Je tedy třeba zvýšit odolnost trubek proti pozvolnému růstu trhlin, za současného zachování ostatních vlastností, a zejména za zachování meze pevnosti při tečení, alespoň na požadované hodnotě.

V dosavadním stavu techniky již byly navrženy polyethylenové trubky mající lepší odolnost proti poškrábání. Evropská patentová přihláška EP 0 869 304 popisuje spoluvytlačovanou dvouvrstvou trubku mající vnější vrstvu vyrobenou ze zesíťovaného polyethylenu a vnitřní vrstvu vyrobenou z PE 80 nebo PE 100 polyethylenové sloučeniny. Tloušťka vnější vrstvy zesíťovaného polyethylenu se přizpůsobí tak, že škrábance nedosáhnou vnitřní polyethylenové vrstvy. DE 29622788 U1 Dále popisuje podobnou dvouvrstvou trubku, kde je vnější vrstva vyrobena z nezesíťovaného polyethylenu majícího FNCT hodnotu zkoušky tečení („Full Notched Creep Test“) alespoň 3krát vyšší než je FNCT hodnota vnitřní polyethylenové vrstvy. Tloušťka vnější vrstvy představuje alespoň 20 %, výhodně 25 % až 35 % celkové tloušťky trubky. Pokud se pro výrobu vnější vrstvy použije bimodální kopolymer ethylenu a hexenu, potom dvouvrstvá trubka vykazuje vysokou trvanlivost a odolnost proti poškrábání během instalace.

U dvouvrstvých trubek popsaných v dosavadním stavu techniky je stále ještě zapotřebí zvýšit jejich odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání, zejména zvýšit jejich odolnost proti bodovému zatížení. Kromě toho absence dobré odolnosti proti tečení, a zejména absence MRS

hodnoty ochranné vrstvy, jsou důvodem toho, že při navrhování trubky lze počítat pouze s příspěvkem materiálu se známou hodnotou MRS (tj. 80 % tloušťky stěny trubky). Je tedy zapotřebí extrémně silná tloušťka stěny, a pro instalaci trubek tedy nelze využít standardní nástroje a armatury.

Cílem vynálezu je překonat nevýhody dosavadního stavu techniky, a zejména poskytnout vylepšenou vícevrstvou polyethylenovou trubku.

Podstata vynálezu

Vynález se tedy týká vícevrstvé trubky obsahující hlavní vrstvu vyrobenou z polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT, měřeno podle ISO 13479 standardu (což je zkušební metoda pro pomalý růst trhliny na trubkách opatřených vrubem (vrubová zkouška)), menší než 8000 h a vnitřní vrstvu vyrobenou z polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT vyšší než 8000 h, přičemž tloušťka vnitřní vrstvy se pohybuje mezi 1 % až 25 % celkové tloušťky trubky, ale není menší než 0,3 mm.

Podle vynálezu se odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání polyethylenové sloučeniny testovala testem namáhání vrubových trubek (NPT) podle ISO 13479 (1996) pod tlakem 4,6 MPa při 80 °C za použití trubek vyrobených z uvedené sloučeniny o průměru 110 mm majících tloušťku 10 mm, tj. trubek s SDR hodnotou 11 (SDR je poměr průměru trubky ku tloušťce trubky).

U trubek podle vynálezu má polyethylenová sloučenina vnitřní vrstvy výhodně odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT, jak je popsáno výše, alespoň 10 000 h, výhodněji alespoň 12 000 h.

Polyethylenová sloučenina vnitřní vrstvy má rovněž výhodně dobrou odolnost proti tečení. Sloučeniny použité pro výrobu vnitřní vrstvy mají výhodně odolnost proti tečení takovou, která umožňuje stanovit klasifikaci minimální požadované pevnosti (MRS) podle ISO/TR 9080 standardu alespoň MRS 10 (tyto sloučeniny jsou rovněž označovány jako PE100 pryskyřice). Tato hodnota se určí statistickou metodou a minimální požadovaná pevnost MRS se definuje jako nejnižší předpokládaná limita (LPL) při 97,5% konfidenčním intervalu.

Polyethylenové sloučeniny použité pro výrobu vnitřní vrstvy trubek podle vynálezu navíc výhodně vykazují dobrou odolnost proti rychlému šíření trhlin. Ve snaze určit odolnost pryskyřic proti rychlému šíření trhlin (RCP) se určila kritická teplota zlomu tak, že se trubky mající průměr 110 mm podrobily testu podle ISO DIS 13477 (laboratorní statistický test(S4)) při tlaku 1 MPa. Sloučeniny použité podle vynálezu výhodně odolávají tlaku vyššímu než 1 MPa při 0 °C.

Ethylenové sloučeniny použité pro výrobu vnitřní vrstvy trubek podle vynálezu výhodně vykazují dobu bezporuchového provozu podle FNCT testu, který je specifikován ISO DIS 16770, alespoň 500 h a nejvýhodněji alespoň 1000 h.

Polyethylenová sloučenina vnitřní vrstvy použitá u trubky podle vynálezu zpravidla obsahuje alespoň

95 % hmotn. polyethylenové pryskyřice mající širokou distribuci molekulových hmotností, tavný index MI_5 0,07 g/10 min až 10 g/10 min a hustotu, měřeno podle ASTM D 792 standardu, 930 kg/m³ až 965 kg/m³, výhodně 940 kg/m³ až 960 kg/m³. Výhodně obsahuje polyethylenová pryskyřice vnitřní vrstvy od 30 % hmotn. do 70 % hmotn. ethylenového polymeru majícího hustotu alespoň 960 kg/m³ a tavný index MI_2 alespoň 100 g/10 min a od 30 % hmotn. do 70 % hmotn. ethylenového kopolymeru obsahujícího od 0,4 % hmotn. do 10 % hmotn. alfa-olefinu, který obsahuje více než 5 atomů uhlíku (nejvýhodněji kopolymer ethylenu a hexenu) a který má hustotu 910 kg/m³ až 938 kg/m³ a tavný index MI_5 0,01 g/10 min až 2 g/10 min. V rámci vynálezu se tavný index MI_2 a MI_5 měřil podle ASTM D1238 (1986) standardu při 190 °C a při 2,16 kg, respektive při 5 kg.

Polyethylenová sloučenina použitá pro výrobu vnitřní vrstvy může rovněž obsahovat obvyklá aditiva přidávaná do polyethylenových sloučenin určených pro výrobu trubek, jakými jsou například stabilizátory (antioxidanty a/nebo anti-UV), antistatická činidla, pomocné zpracovatelské prostředky a barviva. Ethylenová sloučenina použitá pro výrobu vnitřní vrstvy výhodně obsahuje méně než 5 % hmotn. těchto aditiv.

Nejvýhodnější polyethylenové sloučeniny a pryskyřice použité pro výrobu vnitřní vrstvy trubek podle vynálezu popisuje evropská patentová přihláška EP 0 897 934.

Tloušťka vnitřní polyethylenové vrstvy je výhodně alespoň 3 %, nejvýhodněji alespoň 6 % celkové tloušťky trubky. Tloušťka vnitřní vrstvy výhodně nepřesahuje 15 % celkové tloušťky trubky. Minimální tloušťka vnitřní polyethylenové vrstvy je výhodně alespoň 0,5 mm.

U vícevrstevných polyethylenových trubek podle vynálezu může být polyethylenovou sloučeninou, která má odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT nižší než 8000 h, použitou pro výrobu hlavní vrstvy libovolná polyethylenová sloučenina. Zjistilo se, že v případě polyethylenu této hlavní vrstvy může být odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT, jak je popsáno výše, nižší než 5000 h, a dokonce nižší než 3000 h.

Polyethylenová sloučenina mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT méně než 8000 h použitá pro tuto hlavní vrstvu má výhodně dobrou odolnost proti tečení. Sloučeniny použité pro tuto hlavní vrstvu mají odolnost proti tečení, která jim přiřazuje hodnotu minimální požadované pevnosti (MRS) podle ISO/TR 9080 standardu alespoň MRS 8 (tyto sloučeniny jsou rovněž označovány jako PE 80). Nejvýhodněji mají sloučeniny použité pro tuto vrstvu hodnotu MRS alespoň 10. Polyethylenové sloučeniny použité pro tuto hlavní vrstvu trubek podle vynálezu dále výhodně vykazují dobrou odolnost proti rychlému šíření trhlin (RCP). Sloučeniny podle vynálezu výhodně odolávají tlaku vyššímu než 1 MPa při 0 °C.

Polyethylenová sloučenina mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT menší než 8000 h použitá jako hlavní vrstva v trubce podle vynálezu zpravidla obsahuje alespoň 95 % hmotn. polyethylenové pryskyřice mající širokou distribuci molekulových hmotností, tavný index MI_5 0,07 g/10 min až 10 g/10 min a hustotu, měřeno podle ASTM D 792 standardu, 930 kg/m³ až 965 kg/m³, výhodně 940 kg/m³ až 960 kg/m³. Výhodně polyethylenová pryskyřice hlavní vrstvy obsahuje od 30 % hmotn. do 70 % hmotn. prvního ethylenového polymeru

majícího hustotu alespoň 960 kg/m^3 a tavný index MI_2 alespoň 100 g/10 min a od 30 % hmotn. do 70 % hmotn. druhého ethylenového kopolymeru obsahujícího od 0,4 % hmotn. do 10 % hmotn. alfa-olefinu, který obsahuje alespoň 4 atomy uhlíku (nejvýhodněji kopolymer ethylenu a butenu) a který má hustotu 910 kg/m^3 až 938 kg/m^3 a tavný index MI_5 $0,01 \text{ g/10 min}$ až 2 g/10 min .

Polyethylenová sloučenina použitá pro výrobu hlavní vrstvy může rovněž obsahovat obvyklá aditiva přidávaná do polyethylenových sloučenin pro výrobu trubek, jakými jsou například stabilizátory (antioxidanty a/nebo anti-UV), antistatická činidla, pomocná zpracovatelská činidla a barviva. Ethylenová sloučenina použitá pro výrobu hlavní vrstvy výhodně obsahuje méně než 5 % hmotn. těchto aditiv.

Výhodné polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT menší než 8000 h použité jako hlavní vrstva trubek podle vynálezu jsou známy, popisuje je například evropská patentová přihláška EP 0 603 935 a jsou komerčně dostupné od společnosti Solvay Polyolefins Europe pod obchodním názvem ELTEX TUB 121, ELTEX TUB 124 a ELTEX TUB 125.

Tloušťka hlavní polyethylenové vrstvy výhodně odpovídá alespoň 50 % a nejvýhodněji alespoň 60 % celkové tloušťky trubky. Tloušťka hlavní vrstvy výhodně nepřesahuje 90 % celkové tloušťky trubky.

Zvláště výhodnými trubkami podle vynálezu jsou ty trubky, u kterých se pro výrobu hlavní vrstvy použije polyethylenová sloučenina mající hodnotu MRS alespoň 10 a pro výrobu vnitřní vrstvy polyethylenu se rovněž použije polyethylenová sloučenina mající hodnotu MRS alespoň 10.

Při použití takových polyethylenových sloučenin se získá trubka, jejíž celková MRS hodnota bude rovněž 10 nebo vyšší.

Vícevrstvé trubky podle vynálezu vykazují velmi dobrou odolnost proti bodovému zatížení. Odolnost trubek podle vynálezu proti bodovému zatížení je ve většině případů stejná jako odolnost trubek se stejným průměrem a tloušťkou, které jsou vyrobeny pouze z polyethylenové sloučeniny použité pro výrobu vnitřní vrstvy trubek podle vynálezu.

Odolnost trubek proti bodovému zatížení lze určit aplikací bodového zatížení (například ve formě pistu majícího tupé hrany) proti vnější stěně trubky a změřením doby od okamžiku zatížení až do okamžiku porušení trubek při různých vnitřních tlacích a/nebo teplotách. Tento test například popisují I. Uhi a F. Haizmann ve Wasser-Abwasser 141 (3), str. 142 až 144 (2000).

Kromě vnitřní vrstvy a hlavní vrstvy mohou trubky podle vynálezu rovněž obsahovat další vrstvy libovolného dalšího materiálu. Tyto vrstvy lze umístit mezi vnitřní vrstvu a hlavní vrstvu a/nebo na vnější stranu trubky.

Trubky podle vynálezu rovněž výhodně zahrnují alespoň jednu vnější vrstvu. Vynález se rovněž týká trubek obsahujících kromě výše popsané hlavní vrstvy a vnitřní vrstvy i vnější vrstvu mající dobrou odolnost proti poškrábání. Materiály mající dobrou odolnost proti poškrábání jsou v daném oboru známy. Takovými materiály jsou například vyztužené polyolefiny, například polyethylen vyztužený skelnými vlákny nebo zesíťované polyolefiny.

U první varianty tohoto konkrétního provedení podle vynálezu se jako vnější vrstva použije polyethylenová sloučenina roubovaná zesíťovaným silanem. Použití polyethylenové sloučeniny roubované zesíťovaným silanem jako vnější vrstvy popisuje evropská patentová přihláška EP 0 869 304. U této první varianty je výhodné použít polyethylenovou sloučeninu roubovanou zesíťovaným silanem, která má odolnost proti vzniku trhlin testovanou testem namáhání vrubových trubek (NPT) podle ISO 13479 (1996), jak je popsáno výše, alespoň 5000 h a nejvýhodněji alespoň 8000 h. Polyethylen roubovaný zesíťovaným silanem se zpravidla získá podrobením polyethylenu roubovaného silanem, který má hustotu alespoň 943 kg/m^3 (výhodně alespoň 950 kg/m^3) a tavný index MI_5 $0,05 \text{ g/10 min}$ až 5 g/10 min a který obsahuje od $0,10$ do $0,24$ hydrolyzovatelných silanových skupin na 100 CH_2 jednotek, působení vody nebo vlhkosti. Zvláště výhodné je použití polyethylenové sloučeniny roubované zesíťovaným silanem, která má MRS hodnotu podle ISO/TR 9080 alespoň 10. Taková polyethylenová sloučenina se obecně označuje jako PEX 100 a je komerčně dostupná (ELTEX TUX 100 jako produkt od společnosti Solvay Polyolefins Europe).

U druhé a výhodné varianty provedení podle vynálezu se polyethylenová sloučenina, která má stejné vlastnosti jako polyethylenová sloučenina použitá pro výrobu vnitřní vrstvy, jak je popsáno výše, použije pro výrobu vnější vrstvy.

Polyethylenová sloučenina vnější vrstvy má tedy výhodně odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT, jak je popsáno výše, vyšší než 8000 h, výhodněji alespoň 10 000 h a nejvýhodněji alespoň 12 000 h. Polyethylenové sloučeniny vnější vrstvy mají výhodně

odolnost proti tečení, která jim přiřazuje hodnotu minimální požadované pevnosti (MRS) podle ISO/TR 9080 standardu alespoň MRS 10. Polyethylenové sloučeniny použité pro výrobu vnější vrstvy trubek podle vynálezu navíc výhodně vykazují dobrou odolnost proti rychlému šíření trhlin (RCP), takže mohou odolávat tlaku vyššímu než 1 MPa při 0 °C. Ethylenové sloučeniny použité pro výrobu vnějších vrstev trubek podle vynálezu výhodně vykazují dobu bezporuchového provozu podle FNCT testu, který je specifikován ISO DIS 16770, alespoň 500 h a nejvýhodněji alespoň 1000 h. Polyethylenová sloučenina použitá pro výrobu vnější vrstvy trubky podle vynálezu zpravidla obsahuje alespoň 95 % hmotn. polyethylenové pryskyřice mající širokou distribuci molekulových hmotností, tavný index MI_5 0,07 g/10 min až 10 g/10 min a hustotu, měřeno podle ASTM D 792 standardu, 930 kg/m³ až 965 kg/m³, výhodně 940 kg/m³ až 960 kg/m³. Výhodně obsahuje polyethylenová pryskyřice vnější vrstvy od 30 % hmotn. do 70 % hmotn. ethylenového polymeru majícího hustotu alespoň 960 kg/m³ a tavný index MI_2 alespoň 100 g/10 min a od 30 % hmotn. do 70 % hmotn. ethylenového kopolymeru, který obsahuje od 0,4 % hmotn. do 10 % hmotn. alfa-olefinu majícího více než 5 atomů uhlíku (nejvýhodněji kopolymer ethylenu a hexenu) a který má hustotu 910 kg/m³ až 938 kg/m³ a tavný index MI_5 0,01 g/10 min až 2 g/10 min. Polyethylenová sloučenina použitá pro výrobu vnější vrstvy rovněž může obsahovat obvyklá aditiva přidávaná do polyethylenových sloučenin pro výrobu trubek, jakými jsou například stabilizátory (antioxidanty a/nebo anti-UV), antistatická činidla, pomocné zpracovatelské prostředky a barviva. Polyethylenová sloučenina použitá pro výrobu vnější vrstvy výhodně obsahuje méně než 5 % hmotn. těchto aditiv. Nejvýhodnější polyethylenové sloučeniny a pryskyřice použité pro výrobu

vnější vrstvy trubek podle vynálezu popisuje evropská patentová přihláška EP 0 897 934.

U této druhé varianty je zvláště výhodné, pokud se pro výrobu vnitřní a vnější vrstvy trubky použije stejná polyethylenová pryskyřice. Polyethylenové sloučeniny použité pro výrobu vnitřní a vnější vrstvy trubky mohou obsahovat různá barviva, která budou odpovídat konkrétním účelům, například kamerové kontrole vnitřní vrstvy a identifikaci dopravované tekutiny v případě vnější vrstvy.

Další výhodou trubek podle této druhé varianty tohoto provedení podle vynálezu je, že se snadno recyklují a že je lze snadno sestavovat pomocí techniky svařování na tupo.

U třetí a zvláště výhodné varianty tohoto provedení podle vynálezu trubka obsahuje vnitřní vrstvu a vnější vrstvu, které jsou vyrobené z polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT alespoň 8000 h a hodnotu MRS 10 nebo vyšší a hlavní vrstvu polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT nižší než 8000 h a hodnotu MRS 10 nebo vyšší. Při použití takových materiálů se získá trubka s celkovou hodnotou MRS 10 nebo vyšší. Lze tedy použít trubky podle vynálezu mající stejný průměr a tloušťku jako trubky, které jsou celé vyrobeny z jediného materiálu majícího hodnotu MRS 10.

Tloušťka vnější vrstvy zpravidla představuje 1 % až 35 % celkové tloušťky trubky, ale není menší než 0,3 mm. Výhodně tloušťka vnější vrstvy nepřesahuje 30 % celkové tloušťky trubky. Výhodně dosahuje tloušťka vnější vrstvy alespoň 10 %, nejvýhodněji alespoň 15 % celkové tloušťky trubky.

Trubky podle vynálezu, které zahrnují rovněž vnější vrstvu materiálu mající dobrou odolnost proti poškrábání, a zejména ty trubky, jejichž vnější vrstva má stejné vlastnosti jako vnitřní polyethylenová vrstva, vykazují kromě dobré odolnosti proti bodovému zatížení i velmi dobrou odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání. Odolnost těchto trubek proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání byla většinou stejná jako odolnost trubek proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání, které měly stejný průměr a tloušťku a které byly vyrobeny pouze z polyethylenu použitého pro výrobu vnitřní vrstvy podle vynálezu.

Trubky podle vynálezu jsou tedy velmi vhodné pro použití jako trubky pro dopravu tekutin pod tlakem, například pro dopravu vody a plynu. Výhoda trubek podle vynálezu spočívá v tom, že mohou být bez větších problémů uloženy do půdy obsahující skálu a kameny nebo položeny na tuto půdu, a to i bez potřeby použití pískového lože, které představuje vysoké ekonomické náklady.

Trubky podle vynálezu lze tedy vyrobit libovolným vhodným způsobem. Výhodně se vyrábějí spoluvytlačováním polyethylenových sloučenin obsažených v trubce.

Stručný popis obrázků

Obr. 1 a obr. 2 schématicky znázorňují trubky podle vynálezu.

Obr. 1 znázorňuje dvouvrstvou trubku podle vynálezu mající hlavní vrstvu 1, která je vyrobena z polyethylenové sloučeniny a která je odolná proti vzniku trhlin při

mechanickém namáhání NPT menší než 8000 h, a vnitřní vrstvu 2 vyrobenou z polyethylenové sloučeniny, která má odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT vyšší než 8000 h. Na Obr. 2 je znázorněna třívrstvá trubka podle vynálezu, která má hlavní vrstvu 1 vyrobenou z polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT menší než 8000 h, vnitřní vrstvu 2 vyrobenou z polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT vyšší než 8000 h a vnější vrstvu 3.

Následující příklady provedení vynálezu mají pouze ilustrativní charakter a nikterak neomezuji rozsah vynálezu, který je jednoznačně vymezen přiloženými patentovými nároky.

Příklady provedení vynálezu

Spoluvytlačováním se vyrobila třívrstvá trubka s celkovým průměrem 110 mm a tloušťkou 10 mm (SDR 11) podle vynálezu. Trubka obsahovala vnitřní vrstvu a vnější vrstvu, které byly vyrobeny z polyethylenové sloučeniny obsahující kopolymer ethylenu a hexenu, jaký je popsán v příkladu 8 EP 0 897 934. Tato sloučenina měla MRS hodnotu 10 a odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT, měřeno podle ISO 13479 standardu, vyšší než 12 000 h. Tloušťka vnitřní vrstvy byla 1 mm a tloušťka vnější vrstvy byla 2,5 mm. Mezi těmito dvěma vrstvami se nacházela hlavní vrstva (mající tloušťku 6,5 mm) vyrobená z polyethylenové sloučeniny (obsahující kopolymer ethylenu a butenu), která je komerčně dostupná od společnosti Solvay Polyolefins Europe pod obchodním názvem ELTEX TUB 124. Tato

polyethylenová sloučenina měla MRS hodnotu 10 a odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT, měřeno podle ISO 13479 standardu, přibližně 1800 h.

Byly určeny vlastnosti trubky a shrnuty v tabulce I.

Kontrolní příklad

Vyrobila se trubka o stejném průměru a tloušťce jaké měla trubka vyrobená ve výše popsaném příkladu, nicméně tato trubka byla celá tvořena polyethylenovou sloučeninou komerčně dostupnou od společnosti Solvay Polyolefins Europe pod obchodním názvem ELTEX TUB 124.

Byly určeny vlastnosti trubky a shrnuty v tabulce I.

	Příklad	Kontrolní příklad
MRS Hodnota	10	10
Odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání měřeno podle NPT standardu	>8000 h	1800 h
Odolnost proti bodovému zatížení	>8000 h	~1500 h

Porovnání výsledků shrnutých v tabulce I ukazuje, že trubka podle vynálezu, ačkoliv obsahuje jako hlavní vrstvu polyethylenovou sloučeninu mající relativně nízkou odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání, má velmi dobrou odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání a mnohem lepší odolnost proti bodovému zatížení.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Vícevrstvá trubka, **vyznačující se tím**, že obsahuje hlavní vrstvu vyrobenou z polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT, měřeno podle ISO 13479 standardu, menší než 8000 h a vnitřní vrstvu vyrobenou z polyethylenové sloučeniny mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT vyšší než 8000 h, přičemž tloušťka vnitřní vrstvy představuje 1 % až 25 % celkové tloušťky trubky, ale není menší než 0,3 mm.

2. Vícevrstvá trubka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že polyethylenová sloučenina vnitřní vrstvy má odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT alespoň 10 000 h.

3. Vícevrstvá trubka podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že polyethylenová sloučenina vnitřní vrstvy má MRS hodnotu podle ISO/TR 9080 standardu alespoň 10.

4. Vícevrstvá trubka podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že polyethylenová sloučenina vnitřní vrstvy obsahuje alespoň 95 % hmotn. polyethylenové pryskyřice obsahující od 30 % hmotn. do 70 % hmotn. ethylenového polymeru majícího hustotu alespoň 960 kg/m³ a tavný index MI₂ alespoň 100 g/10 min a od 30 % hmotn. do 70 % hmotn. kopolymeru ethylenu a hexenu, který obsahuje od 0,4 % hmotn. do 10 % hmotn. hexenu a který má hustotu 910 kg/m³ až 938 kg/m³ a tavný index MI₅ 0,01 g/10 min až 2 g/10 min.

5. Vícevrstvá trubka podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že polyethylenová sloučenina hlavní vrstvy má MRS hodnotu podle ISO/TR 9080 standardu alespoň 10.

6. Vícevrstvá trubka podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že zahrnuje vnější vrstvu mající zvýšenou odolnost proti poškrábání.

7. Vícevrstvá trubka podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že vnější vrstva obsahuje polyethylenovou sloučeninu roubovanou zesíťovaným silanem.

8. Vícevrstvá trubka podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že vnější vrstva obsahuje polyethylenovou sloučeninu mající odolnost proti vzniku trhlin při mechanickém namáhání NPT, měřeno podle ISO 13479 standardu, vyšší než 8000 h.

9. Vícevrstvá trubka podle nároku 6 nebo 8, **vyznačující se tím**, že vnitřní vrstva, hlavní vrstva a vnější vrstva obsahují polyethylenovou sloučeninu mající MRS hodnotu alespoň 10.

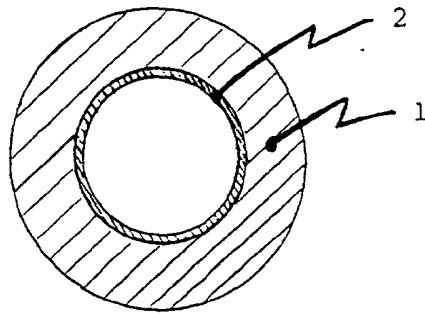
10. Vícevrstvá trubka podle kteréhokoliv z nároků 6 až 9, **vyznačující se tím**, že tloušťka vnější vrstvy dosahuje 1 % až 35 % celkové tloušťky trubky, ale není menší než 0,3 mm.

Zastupuje:

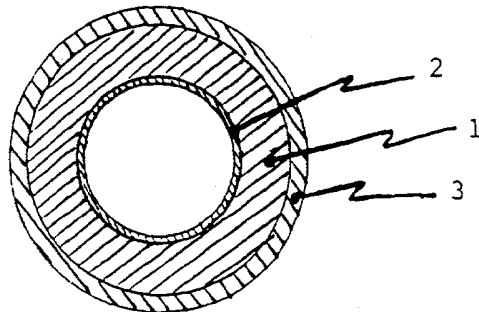
01-0830-03 Ča

PV 2003-1038
25.08.03

1/1



Obr. 1



Obr. 2