



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

197 375

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 21 12 78
(21) PV 8733-78

(51) Int. Cl.¹ C 03 B 25/00

(40) Zveřejněno 31 07 79
(45) Vydáno 01 6 82

(75)
Autor vynálezu SCHILL FRANTIŠEK ing.CSc., NOVOTNÝ VLADIMÍR ing.CSc. a KAVKA JAN ing.
HRADEK KRÁLOVÉ

(54) Způsob tepelného zpracování skleněných trubek

1

Vynález se týká způsobu tepelného zpracování skleněných trubek, vyrobených strojním tažením, který odstraňuje nutnost dodatečného chlazení vytažených trubek v chladicích pecích a zároveň zlepšuje mechanickou pevnost trubek a jejich odolnost k náhlým změnám teploty.

U všech používaných metod tažení skleněných trubek je v trubce po jejím vytvarování a zchlazení přítomno trvalé napětí takové orientace a velikosti, že mechanické a tepelné vlastnosti trubky jsou zhoršeny způsobem, který vylučuje její přímé praktické použití. Trvalé napětí v trubkách se proto obvykle snižuje způsobem běžně užívaným pro jiné duté skleněné výrobky, t.j. vyhřátím na příslušnou teplotu a řízeným ochlazením v chladicí peci. Režim chladicí pece je nastaven na jeden typ výrobku. Při změně složení skla nebo geometrie výrobku, např. i změně síly stěny trubky, je nutno režim měnit. Kromě náročné seřizování optimálního režimu pece jsou velkou nevýhodou tohoto způsobu chlazení jednak nutnost pořízení drahých chladicích pecí, jednak značné nároky na prostor a energii. Největším nedostatkem tohoto způsobu je skutečnost, že se trubky ochlazují pouze z vnější strany. Na jejich vnitřním povrchu potom vzniká tahové napětí, které zhoršuje mechanické a tepelné vlastnosti trubky.

Jednou z možností, jak zjednodušit a zlevnit technologický postup výroby trubek a zároveň snížit spotřebu energie, je chlazení trubek přímo v lince během tažení, tj. bezprostředně po vytvarování, aniž by trubka chladla a musela být znovu vyhřívána. Chlazení musí být dostatečně intenzivní, aby se tažená trubka ochladila na dostatečně nízkou teplotu na přijatelné délce tažné dráhy, a zároveň stejnoměrně, aby v trubce nevznikla škodlivá napětí v důsledku příčných teplotních gradientů. Na tomto principu byly vyvinuty různé typy technologických postupů. Žebrový chladič podle autorského osvědčení SSSR

č. 254732 vykazoval příliš nízkou intenzitu odvodu tepla, proto byl navržen postříkáváním trubky zvnějšku vodní sprchou podle patentu USA č. 3 260 586. Tento způsob chlazení ovšem mohl být použit až na chladnější trubku, jinak často docházelo k jejímu deformování. Proto byla vodní sprcha nahrazena proudem vzduchu s vysokou rychlostí podle patentu USA č. 3 554 723. Základním nedostatkem všech těchto postupů byla skutečnost, že se trubky opět ochlazovaly pouze z vnější strany. V důsledku toho na vnitřním povrchu vznikla tahová napětí, jež silně zhoršují mechanické a tepelné vlastnosti trubky.

Aby se zamezilo vzniku těchto napětí, byly vypracovány postupy ochlazování trubek z vnitřku. Poprvé bylo vyzkoušeno foukání vzduchu do již nařezaných trubek podle autorského osvědčení SSSR č. 196 263, trubky ovšem bylo nutno před uvedením ochlazením znovu vyhřát. Ochlazování trubky zevnitř hned po vytvarování přímo v tažné lince bylo navrženo v autorském osvědčení SSSR č. 492 490. Podle tohoto způsobu se do vnitřního prostoru trubky vhání studený vzduch nebo se z něj horký vzduch odčerpává, přičemž z vnější strany se trubka ochlazuje samovolně. Základním nedostatkem postupů podle autorských osvědčení SSSR č. 196 263 a 492 490 je samovolné ochlazování vnějšího povrchu trubky, protože tento typ ochlazování je naprosto nekontrolovatelný. Průběh chlazení vnějšího povrchu trubky je takto ovlivňován atmosférickými poměry v okolí instalovaného zařízení; na kvalitě vychlazení mají vliv průvany ve výrobní hale, kolísání venkovní teploty, střídání ročních období, síla stěny trubky apod.

Tyto nevýhody lze odstranit a zároveň celý proces chlazení zkrátit, použije-li se způsobu tepelného zpracování skleněných trubek podle tohoto vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se v části tažné linky přivádí na vnější i vnitřní povrch trubky proudy vzduchu, přičemž tlak vzduchu ochlazující vnější povrch je v rozmezích 0,5 až 10 Pa, tlak vzduchu ochlazující vnitřní povrch v rozmezí 1 až 20 Pa. Tlak vzduchu ochlazující vnitřní povrch je přitom nejméně 1,4 násobkem tlaku vzduchu ochlazující vnější povrch. Trubka je popřípadě v části tažné linky zevně přihřívána.

Uvedeným způsobem se trubky ochladí v poměrně krátké době a navíc se ve stěně ochlazené trubky vytvoří vhodně rozložené trvalé tlakové napětí přiměřené velikosti, které vede k podstatnému zlepšení mechanických a tepelných vlastností ve srovnání s trubkou chlazenou v chladicí peci nebo některým z výše uvedených patentovaných postupů. Vytvořené trvalé napětí má přitom takový charakter, že trubku je možno normálně opukávat, řezat nebo podobně zpracovávat.

Případná aplikace přihřevu má navíc ty výhody, že trvalé napětí je rovnoměrně rozložené napříč stěnou a dosahuje vyšších hodnot než při postupu bez přihřevu, což vede k dalšímu zlepšení mechanických a tepelných vlastností.

Bližší význaky patentu vyplynou z příkladů tepelného zpracování trubek přímo v tažné lince.

Příklad 1

Skleněné trubky jsou taženy svisle nahoru z volné hladiny. Jmenovitá světlost trubek je 50 mm, tloušťka stěny přibližně 5 mm. Rychlost tažení je $2,6 \text{ m min}^{-1}$. Trubky jsou vytaheny z boritokřemičité skloviny se součinitelem teplotní roztažnosti v oblasti 20 až 300°C $3,1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, minimem diferenční dilatometrické křivky 535°C , dilatometrickým bodem měknutí 592°C a Littletonovým bodem měknutí 826°C . Ve vzdálenosti cca 125 až 170 cm od horního okraje vodního chladiče tažného stroje se na vnější povrch trubky přivádí vzduch o teplotě 10 až 30°C , a to pomocí 10 štěrbinových trysek šíře 2,5 mm prstencovitě umístěných kolem trubky se vzájemnou vzdáleností trysek 30 mm. Vzdálenost trysek od skla je 15 mm, tlak vzduchu u ústí trysek je 1 Pa. Vnitřkem trubice, která udržuje ve vnitřním prostoru skleněné trubky nutný tvarovací přetlak, se zespodu vsune vysouvatelná tenčí kovová trubice, opatřená na svém konci o vnějším průměru 30 mm rovněž 10 štěrbinovými tryskami šíře 2,5 mm, vzájemně vzdálenými 30 mm. Trysky ochlazující vnitřní povrch se nastaví do vzdálenosti cca 125 až 170 cm od horního okraje vodního chladiče tažného stroje. Do vnitřního prostoru kovové trubice se přivádí vzduch o teplotě 10 až 30°C . Tlak vzduchu u ústí trysek je 2 až 4 Pa. Ve vzdálenosti asi 2,5 až 3,5 m od horního okraje vodního chladiče má již skleněná trubka takovou teplotu, že je možno ji běž-

ným způsobem odlomit a dále s ní manipulovat. Takto zpracovaná trubka má na vnějším povrchu trvalé tlakové napětí v axiálním a tangenciálním směru s odpovídajícím měrným dráhovým rozdílem polarizovaného světla cca 400 nm cm^{-1} , na vnitřním povrchu trvalé tlakové napětí axiálního a tangenciálního směru s odpovídajícím měrným dráhovým rozdílem polarizovaného světla cca 300 nm cm^{-1} . Tímto tepelným zpracováním se oproti trubce běžným způsobem chlazené zvýší odolnost proti náhlým změnám teploty a tříbodová pevnost v ohybu asi o 30 až 100 %.

Příklad 2

Způsob tažení trubek a druh skloviny je stejný, jak je uvedeno v příkladu 1.

Ve vzdálenosti cca 50 až 100 cm od horního okraje vodního chladiče tažného stroje se na vnější povrch trubky přivádí vzduch o teplotě 10 až 30°C s tlakem 1 Pa, a to pomocí pěti štěrbinových trysek šíře 2,5 mm prstencovitě umístěných kolem trubky se vzájemnou vzdáleností trysek 30 mm a vzdáleností trysek od skla 15 mm. Bezprostředně nad systémem trysek je umístěno prstencovité topné těleso, které vyhřeje trubku takovým způsobem, že při výstupu z topného tělesa je na vnějším povrchu skleněné trubky teplota cca 600°C a na vnitřním povrchu teplota o cca 10°C nižší, tj. cca 590°C . Na topné těleso navazuje opět prstencový systém 10 štěrbinových trysek o šířce 2,5 mm, který přivádí na vnější povrch trubky ve vzdálenosti 120 až 200 cm od horního okraje vodního chladiče tažného stroje vzduch o teplotě 10 až 30°C . Vzdálenost trysek od skla je 15 mm, tlak vzduchu u ústí trysek 3 Pa. Vnitřkem trubice, která udržuje ve vnitřním prostoru skleněné trubky nutný tvarovací přetlak, se zespodu vsune vysouvateľná kovová trubice opatřená na svém konci o průměru 30 mm rovněž 10 štěrbinovými tryskami šíře 2,5 mm vzájemně vzdálenými 30 mm. Její konec se nastaví do vzdálenosti 120 až 200 cm od horního okraje vodního chladiče tažného stroje. Do vnitřního prostoru trubky se přivádí vzduch o teplotě 10 až 30°C . Tlak vzduchu u ústí trysek je 6 až 9 Pa. Ve vzdálenosti 3 až 4 m od horního okraje vodního chladiče tažného stroje má již trubka takovou teplotu, že je možno ji běžným způsobem odlomit a dále s ní manipulovat. Takto zpracovaná trubka má na vnějším i vnitřním povrchu trvalé tlakové napětí s odpovídajícím měrným dráhovým rozdílem polarizovaného světla cca 400 až 500 nm cm^{-1} . Tímto tepelným zpracováním se oproti trubce běžným způsobem chlazené zvýší odolnost proti náhlým změnám teploty a tříbodová pevnost v ohybu o 50 až 120 %.

Popsaný postup tepelného zpracování lze použít na chlazení trubek tažených svisle nahoru nebo svisle dolů z libovolné skloviny.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob tepelného zpracování skleněných trubek řízeným ochlazením přímo v tažné lince, vyznačující se tím, že v části tažné linky se na vnější i vnitřní povrch trubky přivádí proudy vzduchu, přičemž tlak vzduchu ochlazujícího vnější povrch se udržuje v rozmezí 0,5 až 10 Pa, tlak vzduchu ochlazujícího vnitřní povrch se udržuje v rozmezí 1 až 20 Pa a je nejméně 1,4 násobkem tlaku vzduchu ochlazujícího vnější povrch.
2. Způsob tepelného zpracování podle bodu 1, vyznačující se tím, že v části tažné linky se trubka zevně vyhřívá.