

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-699**
(22) Přihlášeno: **01.11.2017**
(40) Zveřejněno: **21.11.2018**
(Věstník č. 47/2018)
(47) Uděleno: **10.10.2018**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **21.11.2018**
(Věstník č. 47/2018)

(56) Relevantní dokumenty:

CN 104671656 A; CN 105837016 A; KR 101609782 B1; JP 2009149482 A.

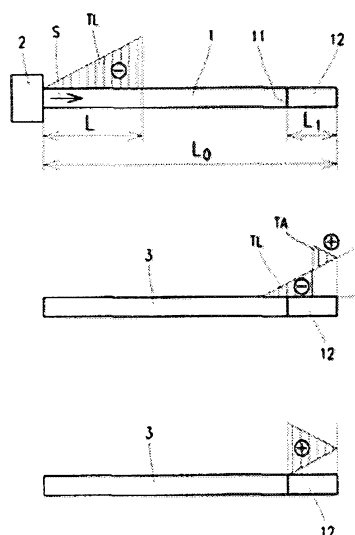
(73) Majitel patentu:
VÚTS, a.s., Liberec, Liberec XI-Růžodol I, CZ

(72) Původce:
Ing. Martin Pustka, Ph.D., Liberec, Liberec VI-Rochlice, CZ
Ing. Pavel Šidlof, CSc., Liberec, Liberec XIV-Ruprechtice, CZ
prof. Mgr. Jiří Erhart, Ph.D., Liberec, Liberec XIV-Ruprechtice, CZ

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

(54) Název vynálezu:
Způsob a zařízení k dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu vytvořeného z křehkého materiálu

(57) Anotace:
Vynález se týká způsobu dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu vytvořeného z křehkého materiálu, zvláště ze skla, při kterém se na povrchu předmětu nejdříve vytvoří v určeném místě alespoň jeden obvodový vryp (11), načež se na dělený předmět působí silovým impulzem nebo impulzy. Silovým impulzem se působí ve směru podélné osy děleného předmětu, čímž vzniká podélná napěťová vlna šířící se předmětem ve směru jeho podélné osy, která se odrazí od volného konce děleného předmětu jako vlna (TA) tahová, která v místě zeslabeném obvodovým vrypem (11) nejbližším volnému konci předmětu způsobí oddělení části trubičky, nazývané preforma (12). Vynález se také týká zařízení k provádění tohoto způsobu.



Způsob a zařízení k dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu vytvořeného z křehkého materiálu

5 Oblast techniky

10 Způsob dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu vytvořeného z křehkého materiálu, zvláště ze skla, při kterém se na povrchu předmětu nejdříve vytvoří v určeném místě alespoň jeden obvodový vryp, načež se na upevněný předmět působí silovým impulzem o zvolené amplitudě a časovém průběhu.

15 Zařízení k dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu vytvořeného z křehkého materiálu, zvláště ze skla, které obsahuje řezné zařízení k vytváření obvodových vrypů na předmětu z křehkého materiálu a zdroj impulzní síly s volitelným výkonem a/nebo amplitudou, a upínač pro upevnění předmětu vzhledem ke zdroji impulzní síly.

Dosavadní stav techniky

20 Pracnost při velkosériové výrobě skleněných předmětů (korálků, šatonů) z trubiček nebo tyčí, zvláště skleněných trubiček nebo tyčí malých průměrů, je značně ovlivněna požadavkem na kvalitu povrchu jejich čel. V současné době se dělení provádí například sekáním nebo lámáním. Nedostatkem je nízká kvalita lomové plochy.

25 Dokument US 2436819 z roku 1944, který se týká výroby skleněných korálků, vychází ze svazku rovnoběžně těsně vedle sebe uspořádaných dlouhých skleněných trubiček. Prostory mezi povrchy trubiček jsou přitom zalaty materiálem rozpustným ve vodě, který po ztuhnutí vytvoří s trubičkami pevné těleso. To se potom řeže úzkým abrazivním kotoučem na kruhové desky, které se perou ve vodě. Tím se ztuhlý materiál rozpustí, načež se volné korálky suší. Nevýhodou je relativně náročná a nesnadně automatizovatelná operace vytvoření tuhého svazku skleněných trubiček i vymývání částic lepicího materiálu k vyčištění jednotlivých skleněných tělísek. Průměr svazku trubiček vyžaduje tuhý kotouč, což se promítne do tloušťky řezacího prostředku a tím i velké tloušťky řezu. Plocha řezu trubiček patrně nebude bez další dokončovací operace dostatečně hladká.

35 Dokument DE 102005054669 A1 se primárně zabývá řezáním skleněných tabulí. V tabuli se v místě, ve kterém má být tabule rozdělena, provede přímá rýha řezacím kolečkem, jehlou nebo laserem. Do kontaktu se sklem se v blízkosti rýhy přivede ultrazvukový oscilátor, který se při frekvenci 20 až 30 kHz vede po skle podél rýhy, čímž se sklo v místě rýhy oddělí. Alternativně je uveden i způsob dělení skleněné trubičky, do jejíhož povrchu je předem vytvořena rýha. Kontaktní ploška ultrazvukového oscilátoru je pak vedena po obvodu trubičky v místě rýhy. Tento způsob je však technicky i ekonomicky nevyužitelný pro dělení trubiček malých průměrů např. při výrobě skleněných korálků.

45 Cílem vynálezu je odstranit nedostatky dosavadního stavu techniky a vytvořit řešení, které by bylo ekonomické zvláště pro malé průměry skleněných trubiček a kterým by se u výsledných dělených elementů dosáhlo kvalitní dělicí plochy bez dalších pracných operací.

50 Podstata vynálezu

55 Cíle vynálezu je dosaženo způsobem dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu vytvořeného z křehkého materiálu, na němž je vytvořen v určeném místě obvodový vryp, načež se na upevněný předmět působí silovým impulzem o zvolené amplitudě a časovém průběhu, jehož podstatou je to, že silovým impulzem se působí ve směru podélné osy děleného předmětu, čímž

vzniká podélná tlaková napěťová vlna šířící se předmětem ve směru jeho podélné osy, která se odrazí od volného konce děleného předmětu jako vlna tahová, která v místě zeslabeném obvodovým vrypem nejbližším volnému konci předmětu způsobí oddělení koncové části trubičky dále nazývané preforma. Tlakový napěťový pulz totiž projde místem obvodového vrypu bez účinku, načež vracející se tahová vlna, která se sečítá s postupující tlakovou vlnou, vyvolá napětí vyšší, než je pevnost děleného předmětu v místě vrubu.

Cíle vynálezu je dosaženo rovněž zařízením k dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu vytvořeného z křehkého materiálu, jehož podstatou je to, že zdroj impulzní síly je uspořádán tak, že jeho výkonový výstup leží v podélné ose děleného předmětu.

Zdrojem impulzní síly je v jednom výhodném provedení zařízení k urychlení kovového projektilu, který mechanicky narazí na čelo děleného předmětu.

V dalším výhodném provedení je zdrojem impulzní síly ultrazvukový oscilátor, který obsahuje piezoelektrický element zvyšující jeho účinek. V dalším provedení je mezi piezoelektrickým elementem a děleným předmětem uspořádán koncentrátor impulzní síly generované ultrazvukovým oscilátorem. Ultrazvukový oscilátor může vyslat několik přibližně sinusových vln s vhodně zvolenou frekvencí tak, aby tlaková půlvlna postupující vlny, která se odrazí jako tahová, se sečetla s postupující tahovou půlvlnou. Tím se získá dvojnásobná tahová amplituda. Pak stačí k oddělení preformy poloviční výkon ultrazvukového oscilátoru. Při vhodně zvoleném počtu vln (dvě nebo tři), se vytvoří maximum tahového napětí v místě posledního vrypu před koncem tyče a oddělí se jenom jedna preforma. Poté se může cyklus opakovat.

Objasnění výkresů

Část zařízení k dělení skleněné trubičky, zvláště trubičky malého průměru, podle vynálezu je schematicky znázorněna na obr. 1 až 3, na obr. 4a až 4c je schematicky znázorněn průběh dělení trubičky.

Příklady uskutečnění vynálezu

Zařízení k dělení skleněné trubičky nebo tyče (v dalším textu je pro zjednodušení používán pouze výraz „trubička“) podle vynálezu má dvě základní části. První známá část zařízení, která není předmětem vynálezu, není znázorněna. Obsahuje řezný prostředek sloužící k narušení povrchu trubičky vytvořením alespoň jednoho obvodového vrypu do vnějšího povrchu trubičky. To se provádí některým ze známých řezných nástrojů, například řzacím kolečkem, jehlou, laserem a podobně. Důležité je, aby vrypy měly předepsanou vzájemnou vzdálenost a vhodný tvar, tedy aby vrypy vytvořily vhodné zeslabení průřezu stěny trubičky. Vrypy mohou mít také různou hloubku podle vzdálenosti od impulzního zařízení, čímž může být respektována změna síly impulsu v závislosti na této vzdálenosti. Obvodový vryp představuje místo s výrazně nižší pevností oproti nenarušené části trubičky, proto k lomu a oddělení části trubičky dojde řízeně v místě tohoto vrypu.

Druhá část zařízení znázorněná na obr. 1 obsahuje aktivní prostředek k odlomení části nebo částí trubičky 1, kterým je zdroj 2 impulzní síly.

V prvním příkladném provedení podle vynálezu znázorněném na obr. 2 je zdrojem 2 impulzní síly blíže neznázorněné zařízení 21 k urychlení kovového projektilu 22 na potřebnou rychlost směrem k čelu dělené trubičky 1 v její podélné ose a k nárazu na toto čelo. Silová část zařízení 21 využívá k urychlení projektilu 22 stlačeného vzduchu, odstředivé síly nebo magnetické síly.

V druhém příkladném provedení podle vynálezu znázorněném na obr. 3 je zdrojem 2 impulzní síly ultrazvukový oscilátor 23 obsahující piezoelektrický element, na nějž navazuje zužující se ocelový nástavec tvořící koncentrátor 24 soustřeďující generovanou impulzní sílu do čela trubičky 1, které je v přímém plošném kontaktu s čelem koncentrátoru 24 odvráceným od ultrazvukového oscilátoru 23.

Trubička 1 je v příkladných provedeních uložena v neznázorněném závěsu v ose zdroje 2 impulzní síly s volností ve směru této osy. To umožňuje volné šíření silového impulsu v osovém směru trubičky 1. Důležitý je přenos impulsu do trubičky 1, proto při buzení rázem musí být zajištěn velmi dobrý styk mezi projektilem 22 nebo čelem koncentrátoru 24 a čelem trubičky 1 pokud možno v celém průřezu trubičky 1.

Princip dělení je znázorněn na obr. 4a až 4c. V příkladném provedení je trubička 1 o délce L_0 opatřena jedním obvodovým vrypem 11, který je proveden ve vzdálenosti L_1 od volného konce trubičky 1. Segment trubičky, který má být odlomen, je v dalším textu uváděn jako „preforma“ 12. K opačnému konci trubičky 1 je v její podélné ose připojen zdroj 2 síly.

Po vyvolání mechanického rázu se trubičkou 1 šíří ve směru S podélná tlaková elastická vlna TL (obr. 4a), která má pro zjednodušení trojúhelníkový průběh napětí. Její délka L je menší, než dvojnásobek délky L_1 požadované preformy 12. Tlakový napětíový pulz projde rovinou vrypu 11 bez účinku a na volném konci trubičky 1 se postupně odráží zpět s opačným znaménkem jako tahová vlna TA, která se sečítá s postupující tlakovou vlnou (obr. 4b). Pro případný výpočet šíření a odrazů vln lze použít například všeobecně dostupnou teorii šíření napětíových vln a rázů v tenkých tyčích.

Když ve znázorněném příkladu dospěje čelo tahové vlny k dělicí rovině v místě vrypu 11, oddělí se koncová preforma 12 trubičky 1, protože materiál dělicí roviny nepřenese napětí vracející se tahové vlny TA (obr. 4c). Pokud má tedy napětíový pulz dostatečnou amplitudu a vhodný průběh, dojde k oddělení příslušné preformy 12.

Základní parametry způsobu dělení podle vynálezu lze odvodit z mechanických vlastností skla, ze kterého je trubička 1 vyrobena. V uvedeném příkladu lze vycházet z Youngova modulu pružnosti běžného skla $E = 60 \text{ GPa}$, hustoty $\rho = 2500 \text{ kg.m}^{-3}$ a odpovídající rychlosti $c = 4900 \text{ ms}^{-1}$ šíření podélných vln.

Teoretickou délku T napětíového pulsu lze určit z výrazu

$$T = \frac{2L_1}{c}$$

Pro uvažovanou délku $L_1 = 3,6 \text{ mm}$ preformy 12 vychází časová délka tlakového napětíového pulsu přibližně $T = 1,5 \text{ } \mu\text{s}$.

Ve druhém příkladném provedení podle vynálezu znázorněném na obr. 3, kde je zdrojem 2 impulzní síly ultrazvukový oscilátor 23, může ultrazvukový oscilátor vyslat několik přibližně sinusových vln s frekvencí vhodně zvolenou tak, aby tlaková půlvlna postupující vlny, která se odráží jako tahová půlvlna, se sečetla s postupující tahovou půlvlnou. Tím se získá dvojnásobná tahová amplituda. Pak stačí k oddělení preformy 12 poloviční výkon ultrazvukového oscilátoru 23. Při vhodně zvoleném počtu vln (dvě nebo tři), se vytvoří maximum tahového napětí v místě posledního vrypu před koncem tyče a oddělí se jenom jedna preforma 12. Poté se může cyklus opakovat.

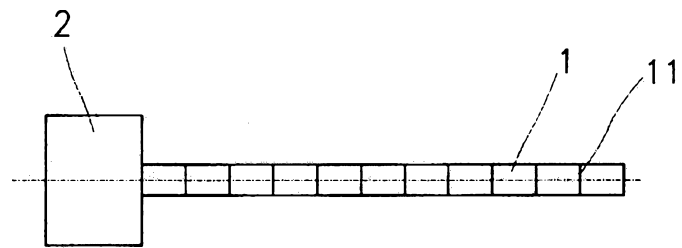
PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Způsob dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu vytvořeného z křehkého materiálu, zvláště ze skla, při kterém se na povrchu předmětu nejdříve vytvoří v určeném místě alespoň jeden obvodový vryp (11) načež se na dělený předmět působí silovým impulzem o zvolené amplitudě a časovém průběhu, **vyznačující se tím**, že silovým impulzem se působí ve směru podélné osy děleného předmětu, čímž vzniká podélná napěťová vlna šířící se předmětem ve směru jeho podélné osy, která se odrazí od volného konce děleného předmětu jako vlna (TA) tahová, která v místě zeslabeném obvodovým vrypem (11) nejbližším volnému konci předmětu způsobí oddělení koncové preformy (12).
- 10 2. Zařízení k dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu vytvořeného z křehkého materiálu, zvláště ze skla, způsobem podle nároku 1, které obsahuje řezné zařízení k vytváření obvodových vrypů (11) na předmětu z křehkého materiálu a zdroj (2) impulzní síly s volitelným výkonem a/nebo amplitudou, a upínač pro upevnění předmětu vzhledem ke zdroji (2) impulzní síly, **vyznačující se tím**, že zdroj (2) impulzní síly je uspořádán tak, že jeho výkonový výstup leží v podélné ose děleného předmětu.
- 15 3. Zařízení k dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že zdrojem (2) impulzní síly je zařízení (21) k urychlení kovového projektilu (22).
- 20 4. Zařízení k dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že zdrojem (2) impulzní síly je ultrazvukový oscilátor (23).
- 25 5. Zařízení k dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že ultrazvukový oscilátor (23) obsahuje piezoelektrický element.
- 30 6. Zařízení k dělení tyčovitého nebo trubkovitého předmětu podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že mezi piezoelektrickým elementem a děleným předmětem je uspořádán koncentrátor (24).

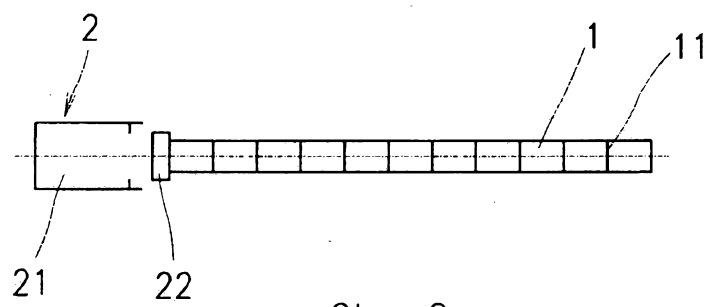
35 2 výkresy

40 Seznam vztahových značek:

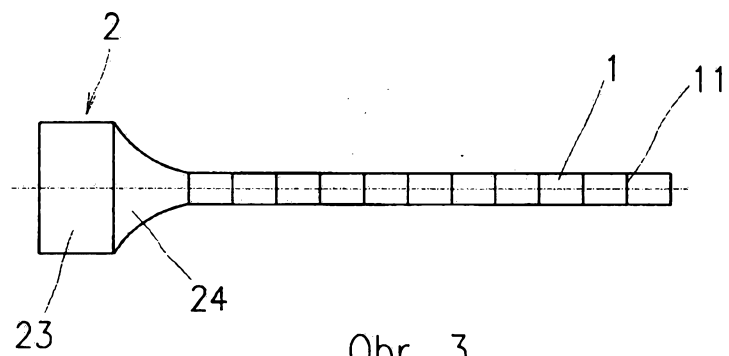
- 1 skleněná trubička
 11 obvodový vryp
 12 preforma
 45 2 zdroj impulzní síly
 21 zařízení k urychlení kovového projektilu
 22 kovový projektil
 23 ultrazvukový oscilátor
 24 koncentrátor
 50 L délka napěťového pulzu
 L₀ výchozí délka trubičky
 L₁ délka preformy
 TL tlaková vlna
 TA tahová vlna



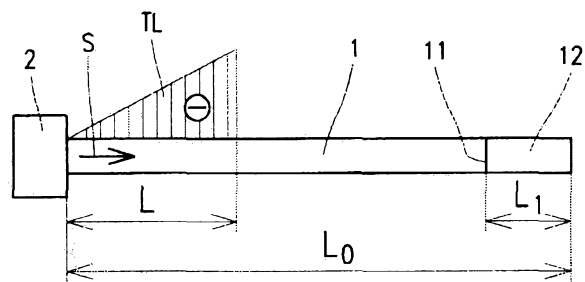
Obr. 1



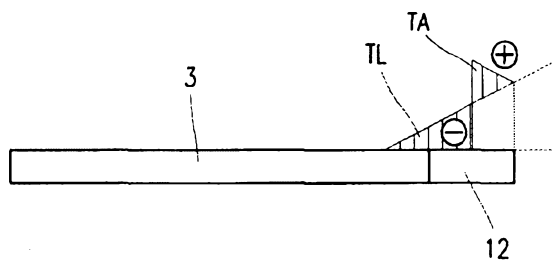
Obr. 2



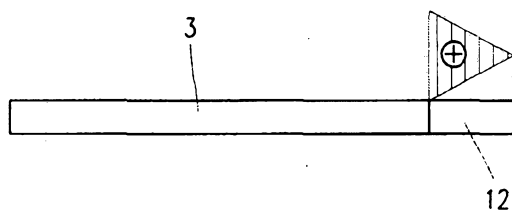
Obr. 3



Obr. 4a



Obr. 4b



Obr. 4c

Konec dokumentu