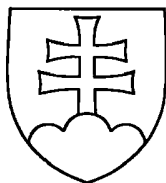


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD  
PRIEMYSELNÉHO  
VLASTNÍCTVA  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

# ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA VYNÁLEZU

- (22) Dátum podania: 10.06.1998  
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 9700505  
(32) Dátum priority: 11.06.1997  
(33) Krajina priority: BE  
(40) Dátum zverejnenia: 11.07.2000  
(86) Číslo PCT: PCT/BE98/00085, 10.06.1998

(21) Číslo dokumentu:

# 1673-99

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.7:

C 03B 33/095  
B 23K 26/00

(71) Prihlasovateľ: CUVELIER Georges, Houdeng-Geognies, BE;

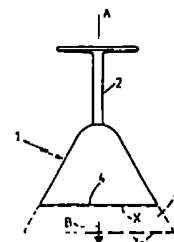
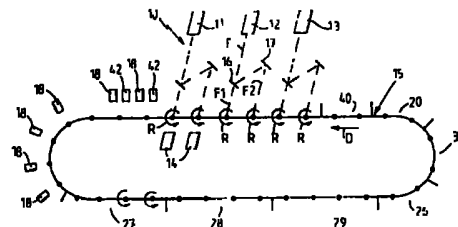
(72) Pôvodca vynálezu: Cuvelier Georges, Houdeng-Geognies, BE;

(74) Zástupca: Patentservis Bratislava, a. s., Bratislava, SK;

(54) Názov prihlášky vynálezu: **Spôsob vykonávania techniky opukávania sklenených predmetov**

(57) Anotácia:

Spôsob, pri ktorom sa sklenené predmety (1) vystavia účinku laserového zväzku (F). V prvom kroku sa zvyšok skla (3) určený na opukanie od skleneného predmetu vystaví účinku kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov (F) tak, aby uvedené zväzky zasiahli časť alebo časti opukávaného okraja (4) výkonovou hustotou na jednotku plochy nižšiu ako  $30 \text{ W/mm}^2$  a v druhom kroku sa body na zvyšku skla (3), ktorý bol opracovaný v prvom kroku kontinuálnym laserovým zväzkom (F), vystavia účinku zaostreného impulzného laserového zväzku (F) tak, aby v priebehu tohto druhého kroku boli body na línii bodov dopadu zaostreného laserového zväzku na zvyšok skla (3) od seba vzdialené.



## Spôsob uskutočnenia techniky opukávania sklenených predmetov

### Oblasť techniky

Vynález sa týka spôsobu opukávania sklenených predmetov, najmä pohárokov, pohárov, váz a iných sklenených a krištáľových výrobkov, zväzkom laserového žiarenia.

### Doterajší stav techniky

Použitie zväzku laserového žiarenia na opukávanie sklenených predmetov je známou technikou. Zväzok laserového žiarenia sa používa v kroku zohriatie zóny ovplyvnenia na predmete, ktorý je prípadne doplnený krokom náhleho ochladenia tejto zóny mechanickým kontaktom s chladným predmetom tak, aby sa v skle vytvorila trhlina.

Tento spôsob opukávania umožňuje oddelenie valcovitých a tenkostenných sklenených predmetov. Problematické je jeho použitie v prípade predmetov výpuklého a nálievkového tvaru, pri predmetoch hrubostenných alebo so zvýšeným obsahom olova, lebo v tomto prípade dochádza často k ich nepresnému oddeleniu od zbytku skla, k trhlinám alebo k ich rozbitiu.

V dokumente DE-4 411 037 je opísaný spôsob opukávania dutého skleneného predmetu, ktorý obsahuje krok, pri ktorom je súvislá zóna zahrňujúca líniu požadovaného oddelenia zohrievaná aspoň jedným kontinuálnym laserovým zväzkom a krok, v ktorého priebehu je takto zohriata zóna ochladená. Pred alebo po kroku zohrievania sa na línii požadovaného oddelenia predmetu vytvorí buď pomocou rydla alebo zaostreným laserovým zväzkom krátky zárez.

Technika opukávania je v sklárskom priemysle dôležitým výrobným postupom, pretože jej presné uskutočnenie umožní významne obmedziť čas nutný na brúsenie okraja predmetu, pričom v niektorých prípadoch tento krok úplne nahradí. Technika hranového brúsenia je opísaná v dokumente BE 670504.

### Podstata vynálezu

Podstatou vynálezu je spôsob opukávania sklenených predmetov, ktorý umožní presné oddelenie sklenených predmetov výpuklého a nálievkového tvaru, ktorých hrúbka skla je 2 až 5 mm a viac a predmetov zo skla bohatého na olovo. V prípade niektorých sklenených predmetov, najmä pri jednoducho tvarovaných (valcovitých alebo takmer valcovitých) a tiež pri predmetoch, ktorých hrúbka skla je menšia ako 2 mm, so spôsobom opukávania podľa vynálezu vytvorí okraj, ktorý možno priamo opracovať v zariadení na otavovanie okrajov, než by musel byť predtým obrúsený.

Okrem toho bolo zistené, že spôsob podľa vynálezu umožní rýchlejšie a ľahšie hranové obrúsenie v prípade, ak je tento krok nutné uskutočniť.

2 a

valcovitých) a tiež pri predmetoch, ktorých hrúbka skla je menšia ako 2 mm, so spôsobom opukávania podľa vynálezu vytvorí okraj, ktorý možno priamo opracovať v zariadení na otavovanie okrajov, než by musel byť predtým obrúsený.

Okrem toho bolo zistené, že spôsob podľa vynálezu umožní rýchlejšie a ľahšie hranové obrúsenie v prípade, pokiaľ je tento krok nutné uskutočniť.

Pri uskutočnení spôsobu opukávania podľa vynálezu sú sklenené predmety uvedené do otáčavého pohybu okolo ich osi a opracované zväzkom laserového žiarenia. Spôsob sa vyznačuje tým, že:

- v prvom kroku je sklenený predmet pri otáčavom pohybe vystavený účinku kontinuálneho zväzku alebo zväzkov tak,

aby sa účinkom tohto kontinuálneho zväzku alebo zväzkov na tomto predmete vymedzila nepretržitá zóna ovplyvnenia a tak,

aby tento zväzok alebo zväzky zasiahli jednu alebo niekoľko častí tejto zóny ovplyvnenia výkonovou hustotou na jednotku plochy menšiu než  $30 \text{ W/mm}^2$ , s výhodou menšou než  $25 \text{ W/mm}^2$ , zvlášť 5 až  $20 \text{ W/mm}^2$ , pričom sa tento spôsob ďalej vyznačuje tým, že:

- v druhom kroku v priebehu jednej otáčky alebo v priebehu aspoň jednej otáčky skleneného predmetu je zóna ovplyvnenia, ktorá bola opracovaná v prvom kroku jedným alebo niekoľkými kontinuálnymi laserovými zväzkami, vystavená pôsobeniu zaostreného impulzného laserového zväzku o výkone nižšom ako 250 W tak, aby sa vytvoril rad od seba vzdialených bodov, ktoré vymedzujú v tejto časti zóny ovplyvnenia v podstate nepretržitú líniu, pozdĺž ktorej nastane proces opukávania.

Zaostreným laserom s impulznou prevádzkou sa rozumie laser, ktorý vyžaruje prerušovaný zväzok alebo zväzok, ktorého výkon kolíše v čase medzi nízkym, napr. minimálnym (napr. nulovým) a vysokým, napr. maximálnym výkonom a vytvorí účinkom tohto zväzku silného alebo vysokého výkonu na otáčajúcom sa sklenenom predmete rad bodov nárazu, pričom dva susedné body sú od seba vzdialené. Silným alebo vysokým výkonom laserového zväzku sa rozumie dostatočný výkon na vytvorenie mikroperforácie v skle, ktorého hrúbka je 10 až  $100 \mu\text{m}$ , vhodnejšie 15 až  $60 \mu\text{m}$ , najmä 20 až  $50 \mu\text{m}$ . Slabým výkonom laserového zväzku sa rozumie výkon aspoň dostatočný

na zahriatie skla, bez alebo takmer bez uskutočnenia perforácie skla (perforácia skla s hĺbkou menšou ako 10  $\mu\text{m}$ , s výhodou menej ako 2  $\mu\text{m}$ , obzvlášť menej než 1  $\mu\text{m}$ ).

Je výhodné, aby zaostrený impulzný laser vytvoril na povrchu (prednostne na vonkajšom) skleneného predmetu rad bodov dopadu, narušenie povrchu alebo mikroperforácií, ktoré sú od seba vzdialené, ich hĺbka v skle je 15 až 16  $\mu\text{m}$ , vzdialenosť medzi dvoma bodmi dopadu, body narušenia povrchu alebo mikroperforáciou je väčšia ako ich hĺbka a to s výhodou 3 až 20 krát, najmä však 4 až 10 krát.

Je výhodné, aby v prvom kroku v priebehu aspoň 3 otáčok, s výhodou v priebehu aspoň 5 otáčok, najmä však v priebehu viac ako 10 otáčok skleneného predmetu určeného na opukanie, bola zóna ovplyvnenia vystavená účinku kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov tak, aby táto zóna bola zasiahnutá na jednej alebo niekoľkých častiach výkonovou hustotou na jednotku plochy nižšiu ako 25  $\text{W}/\text{mm}^2$ , najmä 5  $\text{W}/\text{mm}^2$  až 20  $\text{W}/\text{mm}^2$ .

Impulzy laserového zväzku alebo zväzkov v druhom kroku a/alebo rýchlosť otáčania skleneného predmetu sa prednostne zoradí tak, aby dva susedné body dopadu impulzov laserového zväzku boli od seba vzdialené menej ako 2 mm, vhodnejšie menej ako 1 mm, zvlášť 10  $\mu\text{m}$  až 1 mm a najmä 100  $\mu\text{m}$  až 800  $\mu\text{m}$ .

Je výhodné zoradiť impulzy laserového zväzku tak, aby frekvencia impulzov bola 500 až 1500 Hz, najmä 800 až 1200 Hz.

Podľa jedného spôsobu prevedenia je zóna ovplyvnenia jedným alebo niekoľkými laserovými zväzkami široká 2 až 8 mm.

Je výhodné, aby sa medzi prvým a druhým krokom počas stanovenej doby zastavilo pôsobenie laserových lúčov. Doba prestávky prednostne zodpovedá aspoň 5 % doby, počas ktorej na zónu ovplyvnenia pôsobí laserový zväzok alebo zväzky v prvom kroku.

Podľa výhodného uskutočnenia prvého kroku je zóna ovplyvnenia vystavená účinku laserového zväzku alebo zväzkov aspoň na jednom prvom a jednom druhom časovom úseku, pričom počas prestávky medzi oboma časovými úsekmi sa pôsobenie laseru zastaví. Je výhodné, aby doba prestávky zodpovedala aspoň 5 % doby, počas ktorej na zónu ovplyvnenia pôsobí laserový zväzok alebo zväzky v prvom kroku.

Podľa možného spôsobu uskutočnenia druhého kroku sa rôzne časti zóny ovplyvnenia vystavia súčasne účinku kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov a pôsobenie zaostreného impulzného laserového zväzku tak, aby každá časť zóny ovplyvnenia bola zasiahnutá kontinuálnym laserovým zväzkom alebo zväzkami skôr než bude zasiahnutá zaostreným impulzným laserovým zväzkom. V druhom kroku sa s výhodou vystavia súčasne rôzne časti zóny ovplyvnenia účinku kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov a pôsobenie zaostreného impulzného laserového zväzku tak, aby každá časť zóny ovplyvnenia bola zasiahnutá kontinuálnym laserovým zväzkom alebo zväzkami o 0,5 sekundy, s výhodou aspoň o 0,1 sekundy skôr ako bude zasiahnutá zaostreným impulzným laserovým zväzkom. Každá časť zóny ovplyvnenia tak bude s výhodou zasiahnutá kontinuálnym laserovým zväzkom alebo zväzkami najviac o 1 sekundu, prednostne najviac o 0,5 sekundy pred zasiahnutím zaostreným impulzným laserovým zväzkom. Inak povedané, časový úsek medzi okamžikom dopadu kontinuálneho laserového zväzku na časť zóny ovplyvnenia a okamžikom dopadu impulzného laserového zväzku na túto časť je teda 0,1 až 0,5 sekundy.

Pri uskutočnení spôsobu podľa vynálezu dopadá impulzný laserový zväzok na zónu ovplyvnenia v bodoch s výkonovou hustotou viac ako 500 W, s výhodou viac ako 800 W na body dopadu. Potrebná hodnota výkonu impulzného laseru bude závisieť na hrúbke skla.

Na zónu ovplyvnenia pôsobí podľa vynálezu zaostrený impulzný laserový zväzok, ktorého kmitočet sa nastaví tak, aby vytvoril v tejto zóne rad bodov dopadu o priemere menšom ako 500  $\mu\text{m}$ , s výhodou menšom ako 250  $\mu\text{m}$ , s výhodou menšom ako 100  $\mu\text{m}$ , zvlášť menšom než 50  $\mu\text{m}$ .

V prvom kroku sa s výhodou použije smerovo zoradený laserový zväzok, ktorého výkon je napr. nižší ako 300 W.

Podstatou vynálezu je tiež výrobná linka na kontinuálne opukávanie sklenených predmetov spôsobom podľa vynálezu. Linka je usporiadaná zo:

- zariadenia s inštalovaným laserom na uskutočnenie opukávania sklenených predmetov a vytvorenie ich opukaného okraja,
- zariadenie na krokový posuv sklenených predmetov na zariadenie s inštalovaným laserom,

- zariadenie na otáčanie sklenených predmetov okolo ich osi aspoň v priebehu operácie opukávania.

Linka podľa vynálezu sa vyznačuje tým, že je opatrená dvomi lasermi. Prvý laser vyžaruje kontinuálny laserový zväzok a druhý laser zaostrený impulzný laserový zväzok.

Linka je s výhodou opatrená aspoň jedným deviátorom, ktorý rozdelí kontinuálny laserový zväzok z prvého laseru na rôzne zväzky, teda aspoň na jeden prvý a jeden druhý zväzok a prostriedky na nasmerovanie tohto prvého a druhého zväzku na prvý a druhý úsek opracovania tak, aby opukávaný predmet bol opracovaný prvým zväzkom na prvom úseku opracovania skôr ako bude zariadením na krokový posuv posunutý na druhý úsek opracovania, v ktorom na predmet opracovaný prvým zväzkom pôsobí druhý zväzok. Deviátor zároveň umožní použiť laser na súbežné opracovanie niekoľkých sklenených predmetov.

V inom usporiadaní, je linka opatrená aspoň jedným deviátorom, ktorý rozdelí kontinuálny laserový zväzok prvého laseru na rôzne zväzky a to na aspoň jeden prvý a jeden druhý zväzok a prostriedky na usmernenie tohto prvého a druhého zväzku na prvý a druhý úsek opracovania tak, aby opukávaný predmet bol opracovaný prvým zväzkom na prvom úseku opracovanej zóny skôr ako bude zariadením na krokový posuv posunutý na druhý úsek opracovania, na ktorom na predmet opracovaný prvým zväzkom pôsobí druhý zväzok skôr ako zaostrený impulzný laserový zväzok.

Výrobná linka podľa vynálezu je okrem vyššie uvedeného opatrená prostriedkami na nastavenie výkonu laseru s impulznou prevádzkou, nastavenie frekvencie impulzov laserového zväzku a rýchlosti otáčania sklenených predmetov.

Linka môže byť doplnená zariadením na ochladenie a/alebo na brúsenie okraja opukaného skleneného predmetu a/alebo zariadením na jeho opálenie.

Podstatou vynálezu je tiež sklenený predmet, ktorého opukaný okraj prilieha na líniu, ktorá vymedzuje jednotlivé od seba vzdialené body dopadu laserového zväzku, alebo aspoň čiastočne zodpovedá línii, ktorú vymedzujú jednotlivé od seba vzdialené body dopadu laserového zväzku, pričom tieto body dopadu majú priemer menší ako 500  $\mu\text{m}$ , prednostne menší ako 250  $\mu\text{m}$ , zvlášť menší ako 100  $\mu\text{m}$  a najlepšie menší ako 50  $\mu\text{m}$  a sú postupne od seba vzdialené menej ako 2 mm, vhodnejšie menej ako 1 mm,

zvlášť 100  $\mu\text{m}$  až 800  $\mu\text{m}$ . Takýto sklenený predmet môže byť ľahko opracovaný obrúsením okrajov alebo opálením bez predchádzajúceho obrúsenia.

### Prehľad obrázkov na výkrese

Príklady uskutočnenia spôsobu podľa vynálezu sú opísané s odkazom na výkres, na ktorom znázorňuje:

obr. 1 - schéma pohárika pred opukáním;

obr. 2 - schéma výrobnéj linky podľa vynálezu;

obr. 3 - v priereze a vo zväčšenom merítku pôsobenia zaostreného impulzného laseru na sklenený predmet

obr. 4 a 5 - diagramy premennej výkonovej hustoty laserového zväzku alebo lúča v čase vo dvoch rôzne zaostrených impulzných laserov.

### Príklady uskutočnenia vynálezu

#### 1. príklad (porovnávací)

Boli opracovávané poháriky s valcovitou spodnou časťou a rozširujúce sa k okraju, ktorého priemer je približne 7 cm a hrúbka skla v blízkosti línie opukania je 2 mm.

Poháre boli uvedené do otáčavého pohybu rýchlosťou 142 až 320 otáčok za minútu.

V priebehu otáčania boli poháre v prvom kroku opracované laserovým zväzkom vychádzajúcim z kolimátora, priemer zväzku bol 4 až 5,5 mm a jeho výkon 170 W. V priebehu tohto kroku bola línia opukania zohrievaná. Zohrievanie laserom trvalo 5 sekúnd.

Po ukončení kroku zohrievania laserom pôsobilo na poháre kontinuálne žiarenie zaostreného laseru o výkone 170 W.

Výsledky opukávania sa ukázali ako náhodné a závislé na kvalite skla.

#### 2. príklad (spôsob podľa vynálezu):



V druhom príklade bol opakovaný postup z prvého príkladu s týmito zmenami:

- prvý krok zohrievanie bol uskutočnený v dvoch časových úsekoch v dĺžke 2,5 sekundy, medzi ktorými bola prestávka 0,8 sekundy bez pôsobenia laserového žiarenia,
- poháre zohriate v prvom kroku boli vystavené účinku zaostreného impulzného laserového zväzku o frekvencii 999 Hz, a
- medzi prvým krokom zohrievania pohára a krokom opracovania zaostreným impulzným laserovým zväzkom bola prestávka 0,8 sekundy, kedy na poháre laser nepôsobil.

Výsledky opukávania pohárov týmto spôsobom sú výborné, a to pri rýchlosti otáčania pohárov 142 otáčok/minútu, 200 otáčok/minútu a 320 otáčok/minútu. V kroku ožarovania pohárov impulzným laserovým zväzkom sa vytvoril rad bodov povrchového narušenia (body dopadu laserového lúča na pohár) hlbokých  $\pm 60 \mu\text{m}$ , priemer týchto bodov bol menší ako  $100 \mu\text{m}$  a vzdialenosť medzi bodmi  $500 \mu\text{m}$  až  $1 \text{ mm}$ , pričom táto vzdialenosť závisela na rýchlosti otáčania pohárov na stanovenú frekvenciu lasera s impulznou prevádzkou.

V dôsledku toho, že v prvom kroku zohrievania sa vytvorila zóna ťaženia alebo napätia, vznikol z jedného alebo niekoľkých bodov narušenia povrchu lom, ktorý sa šíril od jedného bodu k druhému alebo v blízkosti týchto bodov, avšak v tomto prípade stále len v časti opukávania alebo v časti protiahlejšej smerom dnu.

Na obr. 3 je znázornený vo zväčšenom merítku rad bodov narušenia povrchu alebo mikroperforácií D na vonkajšom povrchu FE. Hĺbka týchto bodov narušenia alebo mikroperforácií je vzhľadom na hrúbku E skla nepatrná.

Vzdialenosť W medzi dvoma susednými bodmi narušenia alebo mikroperforáciami sa rovná približne päťnásobku hĺbky jednej mikroperforácie.

Obr. 4 a 5 znázorňujú zmeny výkonovej hustoty ( $\text{W}/\text{mm}^2$ ) v závislosti na čase v zväzku vyžarovaného dvoma lasermi impulznej prevádzky rôzneho zaostrenia.

### 3. príklad (spôsob podľa vynálezu)

V treťom príklade sa opakoval rovnaký postup ako v príklade 2, avšak rýchlosť otáčania pohárov je 256 otáčok/min. Použité poháre sú koňakového typu.

Výsledky opukávania sú výborné z hľadiska kvality a kvantity (žiadne straty pri testovaní 34 pohárov).

Na obr. 1 je schematicky znázornený pohár po opukaní spôsobom použitým v tomto príklade. Pohár 1 kónického tvaru je pri opracovaní uchytенý za nôžku 2 (je otočený smerom dolu). V priebehu opukávania sa zbytok skla 3, ktorý smeruje rovnako dolu v smere B, oddelí od pohára. Zbytok skla 3 vymedzujú jeho dva voľné okraje X, Y. Pohár i zbytok skla 3 sú v priebehu opukávania poháňané v otáčavom pohybe v ose súmernosti A. Okraj 4 opukaného pohára 1 v podstate zodpovedá línii bodov dopadu impulzného laserového zväzku. Nerovnosti na opracovanom povrchu majú nepatrnú výšku a postačí teda malé hladinárske brúsenie, aby povrch horného okraja bol bezchybný. V priebehu brúsenia sa skutočne overilo, že zahľadanie drobných nerovnosti je ľahké.

#### 4. príklad (spôsob podľa vynálezu)

V tomto príklade boli opracované poháre na nôžke s kruhovým horným okrajom o priemere 90 mm a hrúbke skla 2,5 mm.

Opracovanie bolo uskutočnené takto:

- rýchlosť otáčania pohárov 192 otáčok/min.
- prvé opracovanie okraja smerovo nastaveným laserovým zväzkom o priemere 5 mm a výkone 170 W počas doby 3,8 sekundy
- prestávka počas doby 0,8 sekundy
- druhé opracovanie okraja smerovo nastaveným laserovým zväzkom o priemere 5 mm a výkone 170 W počas doby 3,8 sekundy
- prestávka počas doby 0,8 sekundy
- opracovanie okraja zaostreným impulzným laserovým zväzkom o výkone 170 W a frekvencii 999 Hz.

Všetky poháre boli presne oddelené od zbytku skla.

Linka na uskutočnenie spôsobu v príkladoch 2 a 3 je opísaná na obr. 2.

Táto linka je usporiadaná zo:

- zariadenia 10 s inštalovanými lasermi 11, 12, 13, 14. ktoré uskutočňujú operáciu opukávania pohárov a vytvorí opukaný okraj týchto pohárov,
- dopravný pás 15 opatrený systémom krokového pohonu na dvojaké otáčanie a postupný posuv (šípka D) pohárov ku zariadeniu 10. Poháre sú na dopravnom páse 15 zavesené za nôžku,
- zariadenie (nie je znázornené) na otáčavý pohyb (šípka R) pohárov okolo ich osi, a to aspoň v priebehu postupu opukávania.

Linka podľa vynálezu je opatrená niekoľkými lasermi. Lasery 11, 12, 13 vyžarujú kontinuálny zväzok, laser 14 pracuje v impulznom režime.

Každý laser 11, 12, 13 je spojený s deviátorom 16, ktorý rozdelí kontinuálny laserový zväzok F na aspoň jeden prvý a jeden druhý samostatný zväzok F1, F2 a s prostriedkami 17, ktoré navedú tento prvý a druhý zväzok F1, F2 na prvý a druhý pohár.

Je výhodné, aby linka podľa vynálezu bola okrem už uvedeného opatrená prostriedkami na nastavenie výkonu laseru pracujúceho v impulznom režime, prostriedkami na nastavenie jeho polohy a frekvencie impulzov, prostriedkami na nastavenie rýchlosti otáčania sklenených predmetov, prostriedkami na nasmerovanie impulzného laserového zväzku do roviny inej ako kolmej na os otáčania alebo osi súmernosti skleneného predmetu.

V opisovanej linke je zóna ovplyvnenia na pohári najskôr zohrievaná laserom 13, potom sa posunie a vystaví účinku laseru 12 a opäť posunie a vystaví účinku laserov 11 a 14.

Poháre oddelené od zbytku skla sú ochladzované jednou alebo niekoľkými vzduchovými tryskami 18. Ochladené poháre potom prechádzajú:

- úsekom hranového brúsenia 27
- úsekom umývania a obrusovania 28
- úsekom umývania 29 a brúsenia a
- úsekom sušenia 26.

Linka znázornená na obr. 2 je usporiadaná na paralelné opracovanie dvoch pohárov. Je možné ju usporiadať i na postupné opracovanie každého jednotlivého pohára alebo na súbežné opracovanie troch a viacerých pohárov.

Nominálny výkon laserov určených na ohrievanie zóny ovplyvnenia môže byť 500 W a viac. Žiarenie emitované týmto laserom je rozdelené na niekoľko zväzkov o výkone nižšom ako 250 W. Lasery s impulzným režimom majú s výhodou výkon 50 W, aby sa v bode dopadu dosiahlo výkonovej hustoty 1000 W.

Spôsob podľa vynálezu a výrobná linka umožní opracovať stolné sklo z rôzneho materiálu napr.:

- zo sódovápennatého skla, olovnatého krištáľu, báryového skla ...
  - ručne fúkaného skla v prevádzkach s ručnou výrobou,
  - strojovo fúkaného skla,
  - lisovaného skla,
  - pohárov rôzne zložitých tvarov (valcovité, vypuklé, nálievkovité, polygonálne, kruhové ...)
- atď.

Spôsob podľa vynálezu umožní meniť tempo výroby od niekoľkých pohárov až do 90 pohárov a viac za minútu.

Spôsob podľa vynálezu tiež nevyžaduje akýkoľvek mechanický kontakt v priebehu operácie opukávania.

## UPRAVENÉ PATENTOVÉ NÁROKY

1. Spôsob opukávania skleneného predmetu (1), pri ktorom sa sklenený predmet (1) uvedený do otáčavého pohybu okolo vlastnej osi vystaví účinku kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov tak, by sa na opukávanom predmete vymedzila pôsobením uvedeného zväzku alebo zväzkov súvislá zóna ovplyvnenia a v druhom kroku sa zóna ovplyvnenia, ktorá bola vystavená účinku kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov v prvom kroku vystaví účinku aspoň jedného zaostreného impulzného laserového zväzku, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v prvom kroku uvedený kontinuálny laserový zväzok alebo zväzky zasiahnu časť alebo časti tejto zóny ovplyvnenia výkonovou hustotou na jednotku plochy nižšou než  $30 \text{ W/mm}^2$ , a že v druhom kroku v priebehu jednej otáčky alebo aspoň jednej otáčky opukávaného predmetu (1) sa zóna ovplyvnenia, ktorá bola opracovaná v prvom kroku jedným alebo niekoľkými kontinuálnymi laserovými zväzkami, vystaví účinku aspoň jedného zaostreného impulzného laserového zväzku s výkonom nižším ako 250 W tak, aby sa vytvoril rad od seba vzdialených bodov dopadu, ktoré vymedzujú v tejto časti v podstate súvislú líniu, pozdĺž ktorej nastane proces opukávania.
2. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že impulzy laserového zväzku v druhom kroku a/alebo rýchlosť otáčania opukávaného predmetu (1) sa kontrolujú tak, aby dva susedné body dopadu impulzného zväzku alebo zväzkov boli od seba vzdialené menej ako 2 mm, s výhodou menej ako 1 mm.
3. Spôsob podľa nároku 1 v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že impulzy laserového zväzku v druhom kroku a/alebo rýchlosť otáčania opukávaného predmetu (1) sa kontrolujú tak, aby dva susedné body dopadu zväzku alebo zväzkov na opukávaný predmet (1) boli od seba vzdialené 10  $\mu\text{m}$  až 1 mm, s výhodou 100  $\mu\text{m}$  až 800  $\mu\text{m}$ .

4. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 3, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v prvom kroku v priebehu aspoň 3 otáčok, s výhodou v priebehu aspoň 5 otáčok opukávaného predmetu (1), sa zóna ovplyvnenia vystaví účinku kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov tak, aby tieto zväzky zasiahli časť alebo časti uvedenej zóny výkonovou hustotou na jednotku plochy nižšiu ako  $25 \text{ W/mm}^2$ .
5. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 4, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v prvom kroku v priebehu aspoň 3 otáčok, s výhodou v priebehu aspoň 5 otáčok opukávaného predmetu (1), sa zóna ovplyvnenia vystaví účinku kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov tak, aby tieto zväzky zasiahli časť alebo časti uvedenej zóny výkonovou hustotou na jednotku plochy od  $5 \text{ W/mm}^2$  do  $20 \text{ W/mm}^2$ .
6. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 5, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v druhom kroku sa kontrolujú impulzy laserových zväzkov tak, aby ich frekvencia bola 500 až 1500 Hz, zvlášť 800 až 1200 Hz.
7. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 6, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v prvom kroku sa vystaví účinku laserového zväzku alebo zväzkov zóna ovplyvnenia široká 2 až 8 mm.
8. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 7, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že medzi prvým a druhým krokom sa počas stanovenej doby nevystaví zóna ovplyvnenia účinku laserového zväzku.
9. Spôsob podľa nároku 8, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že medzi prvým a druhým krokom sa zóna ovplyvnenia nevystaví účinku laserového zväzku v časovom úseku, ktorý zodpovedá 5 % dĺžky časového úseku pôsobenia laserového zväzku alebo zväzkov na uvedenú zónu v prvom kroku.

10. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 9, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v prvom kroku sa zóna ovplyvnenia vystaví účinku jedného alebo niekoľkých laserových zväzkov v priebehu aspoň jedného prvého a jedného druhého časového úseku a že zóna ovplyvnenia sa nevystaví účinku laserového zväzku v prestávke medzi časovými úsekmi pôsobenia laserového zväzku alebo zväzkov.
11. Spôsob podľa nároku 10, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že dĺžka prestávky zodpovedá aspoň 5 % dĺžky prvého časového úseku, v ktorom bola zóna ovplyvnenia vystavená účinku laserového zväzku alebo zväzkov v prvom kroku.
12. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 11, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v druhom kroku sa rôzne časti zóny ovplyvnenia vystavia súčasne účinkom kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov a zaostreného impulzného laserového zväzku tak, aby každá časť tejto zóny bola zasiahnutá kontinuálnym laserovým zväzkom alebo zväzkami skôr ako zaostreným impulzným zväzkom.
13. Spôsob podľa nároku 12, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v druhom kroku sa rôzne časti zóny ovplyvnenia vystavia súčasne účinkom kontinuálneho laserového zväzku alebo zväzkov a zaostreného impulzného laserového zväzku tak, aby každá časť tejto zóny bola zasiahnutá kontinuálnym laserovým zväzkom alebo zväzkami aspoň o 0,05 sekundy, s výhodou aspoň o 0,1 sekundy skôr ako zaostreným impulzným zväzkom.
14. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 13, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že impulzný laserový zväzok zasiahne zónu ovplyvnenia v bodoch s výkonovou hustotou viac ako 500 W, s výhodou viac ako 800 W na body dopadu.
15. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že zóna ovplyvnenia sa vystaví účinku zaostreného impulzného laserového zväzku, a že

frekvencia impulzov sa nastaví tak, aby sa v tejto zóne vytvoril rad bodov dopadu s priemerom menším ako 100  $\mu\text{m}$ , s výhodou menším ako 50  $\mu\text{m}$ .

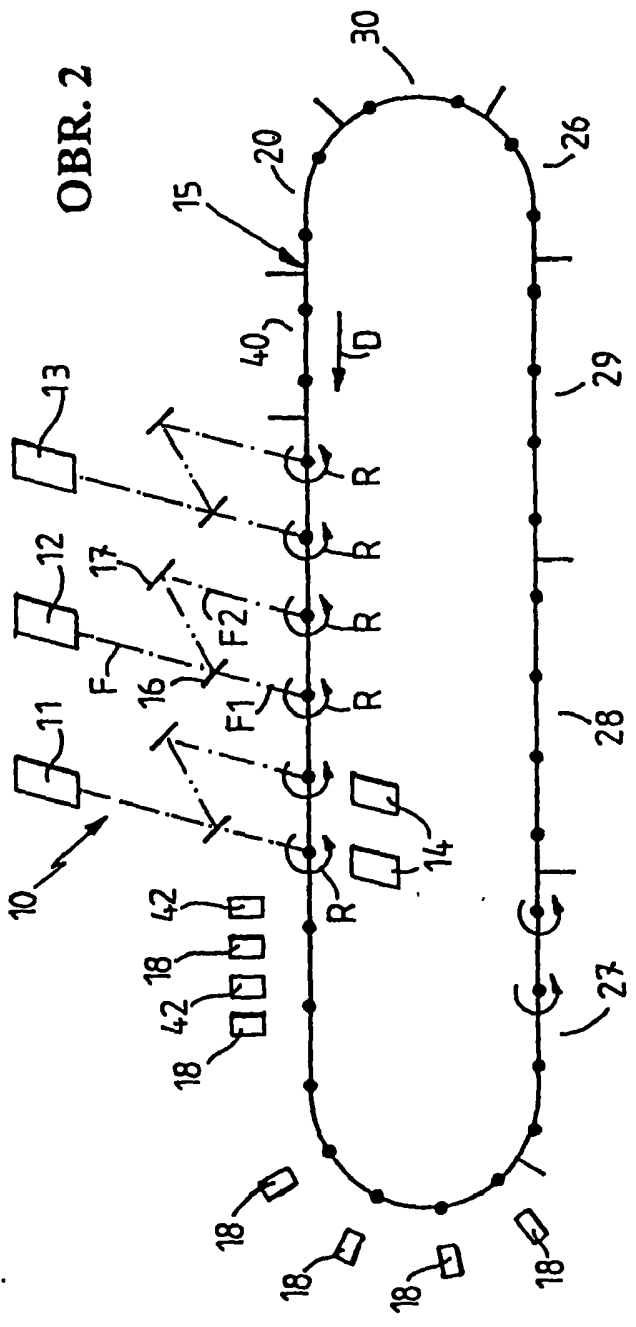
16. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 15, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v prvom kroku sa opukávaný predmet (1) vystaví účinku aspoň jedného smerovo sústredeného kontinuálneho laserového zväzku.

17. Výrobná linka na uskutočnenie kontinuálneho opukávania sklenených predmetov spôsobom podľa ktoréhokoľvek z nároku 1 až 16, ktorá je usporiadaná zo zariadenia s inštalovaným laserom na uskutočnenie opukávania sklenených predmetov a vytvorenie opukaného okraja týchto predmetov, zo zariadenia na krokový posuv sklenených predmetov (1) na zariadenie (10) s inštalovaným laserom a zo zariadenia na pohon otáčania sklenených predmetov (1) okolo ich osi aspoň v priebehu operácie opukávania, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že je opatrená aspoň dvoma lasermi, pričom aspoň jeden prvý laser (12, 13) vyžaruje kontinuálny laserový zväzok, ktorý zasiahne časť alebo časti súvislej zóny ovplyvnenia skleneného predmetu (1) výkonovou hustotou na jednotku plochy nižšiu ako 30  $\text{W}/\text{mm}^2$  a aspoň jeden druhý impulzný laser (11, 14) vyžaruje zaostrený impulzný zväzok s výkonom nižším ako 250 W.

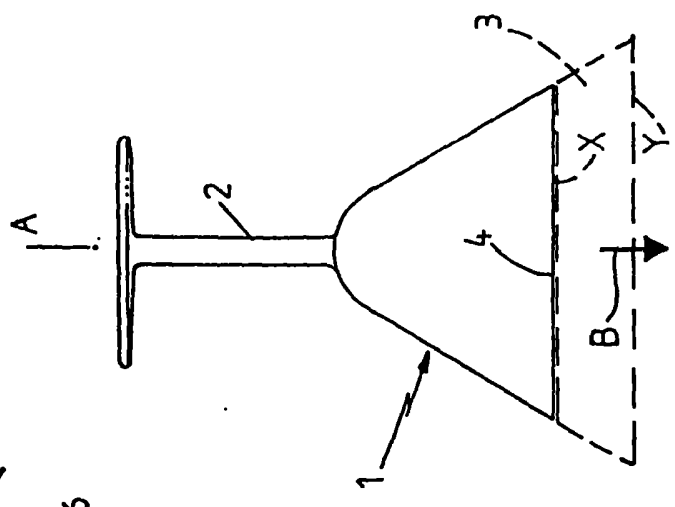
18. Výrobná linka podľa nároku 17, v y z n a č u j ú c a s a t ý m, že je opatrená aspoň jedným deviátorom (16), ktorý rozdelí kontinuálny laserový zväzok vyžarovaný z prvého laseru na aspoň jeden prvý a jeden druhý zväzok ( $F_1$ ,  $F_2$ ), a prostriedky na usmernenie (17) tohoto prvého a druhého zväzku ( $F_1$ ,  $F_2$ ), na prvý a na druhý pracovný úsek tak, aby opukávaný predmet (1) bol opracovaný prvým zväzkom ( $F_1$ ) na prvom pracovnom úseku skôr ako bude zariadením na krokový posun posunutý na druhý pracovný úsek, v ktorom na predmet opracovaný prvým zväzkom ( $F_1$ ) pôsobí druhý zväzok ( $F_2$ ).



19. Výrobná linka podľa nároku 17, v y z n a č u j ú c a s a t ý m, že je opatrená aspoň jedným deviátorom (16), ktorý rozdelí kontinuálny laserový zväzok vyžarovaný z prvého laseru na aspoň jeden prvý a jeden druhý zväzok ( $F_1$ ,  $F_2$ ), a prostriedky na usmernenie (17) tohoto prvého a druhého zväzku na prvý a druhý pracovný úsek tak, aby opukávaný predmet (1) bol opracovaný prvým zväzkom ( $F_1$ ) na prvom pracovnom úseku skôr ako bude zariadením na krokový posun posunutý na druhý pracovný úsek, v ktorom na predmet opracovaný prvým zväzkom ( $F_1$ ) pôsobí druhý zväzok ( $F_2$ ), skôr ako zaostrený impulzný laserový zväzok.
20. Výrobná linka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 17 až 19, v y z n a č u j ú c a s a t ý m, že je opatrená prostriedkami na nastavenie výkonu impulzného laseru, frekvencie jeho impulzov a rýchlosti otáčania opukávaných sklenených predmetov (1).
21. Výrobná linka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 16 až 20, v y z n a č u j ú c a s a t ý m, že je opatrená zariadením na chladenie (18) opukaných sklenených predmetov (1).
22. Výrobná linka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 16 až 21, v y z n a č u j ú c a s a t ý m, že je opatrená zariadením na obrúsenie (18) opukaného okraja skleneného predmetu (1).
23. Výrobná linka podľa nároku 22, v y z n a č u j ú c a s a t ý m, že je opatrená zariadením na opaľovanie opukaného okraja sklenených predmetov.
24. Sklenený predmet (1) s opukaným okrajom (4) uskutočnený spôsobom podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 16.



OBR. 2



OBR. 1

