



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

240 011

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 25 07 84  
(21) PV 5718-84

(51) Int. Cl.4

C 30 B 35/00

(40) Zveřejněno 13 06 85

(45) Vydáno 01 06 87

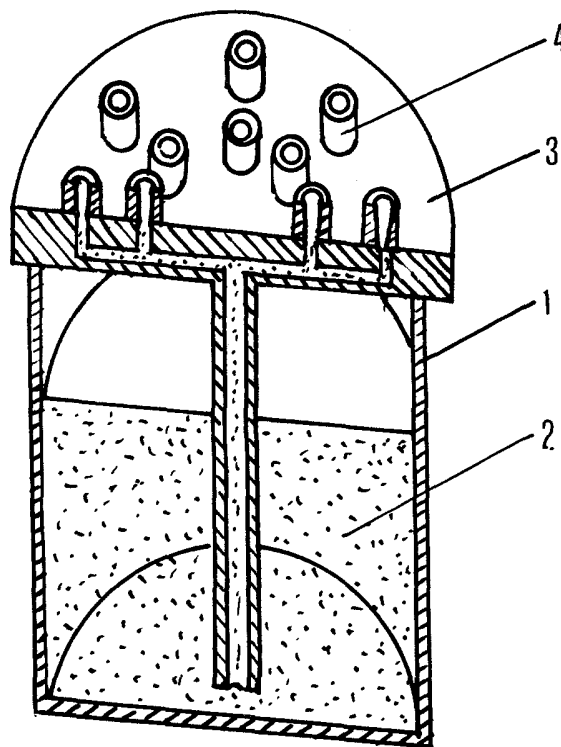
(75)  
Autor vynálezu

JINDRA JOSEF ing., TURNOV,  
FILIP JOSEF, MALÁ SKÁLA,  
VLČEK KAREL, TURNOV

(54)

Zařízení pro tažení profilových  
krystalových těles z taveniny

Zařízení pro tažení profilových krystalových těles z taveniny, umožňující snadnou výměnu tvarovacích členů při jejich případném poškození, kde cíle je dosaženo tím, že sestává z pece, obsahující topný odporový systém a kelímek (1) s taveninou (2) a nosnou rozváděcí dávkovací deskou (3) nebo dávkovacím blokem a tvarovací členy (4) jsou samostatně svými spodními, případně zabroušenými, eventuálně i zmenšenými částmi umístěny na zabroušeném povrchu nosné rozváděcí dávkovací desky nad jejími dávkovacími kanálky nebo nad dávkovací štěrbinou dávkovacího bloku a jsou s nimi spojeny vyměnitelně pomocí teplotně difuzní přilnutí, přičemž výška jednotlivých tvarovacích členů odpovídá poloze izotermy bodu tání nad nosnou deskou nebo dávkovacím blokem.



Vynález se týká zařízení pro tažení krystalických profilových těles z taveniny s předem určeným příčným průřezem pomocí tažení na zárodku přes tvarovací člen.

Princip tažení profilových krystalických těles přes tvarovací člen je sám o sobě znám již řadu let a podle úpravy provedení je v literatuře označován jako metoda Stěpanovova (Ž. Tech. Fiz., 29, 382 /1959/) nebo jako metoda EFG či SFT podle LaBelle Jr. (Mat. Res.Bull., 6, 581 /1971/). Téměř zpravidla se jedná o soustavu: kelímek s taveninou, do kelímku vložený kapilární dávkovací systém nahoře ukončený jako tvarovací člen. Tavenina smáčí materiál dávkovacího nebo lépe tvarovacího členu, odkud je potom zárodečným krystalem odtažován a v příhodném teplotním poli těsně nad tvarovacím členem krystaluje do tvaru tvarovacím členem přesně definovaného, přesněji řešeno podle geometrie jeho svrchní části.

Největšího rozšíření našla tato metoda v případě tažení profilového safíru a profilového křemíku, bylo však již popsáno její užití i pro řadu dalších krystalů (J. Cryst. Growth, 50, sept. 1980).

Ekonomické důvody vedou konstruktéry zařízení k soustavnému zdokonalování a zlevňování procesu tažení a je známa řada konstrukčních úprav, zejména ve směru hromadného - vícenásobného tažení profilů. Aplikace všech těchto způsobů, zvláště v hromadné výrobě vyžaduje především vytvoření reprodukovatelného a dostatečně velkého teplotního gradientu na horním povrchu tvarovacího členu tak, aby výška vrstvy taveniny mezi tvarovacím členem a rostou-

cím krystalem byla co nejménší, neboť jen tak průřez taženého tělesa dostatečně přesně odpovídá rozměrům tvarovacího členu. Dále je nutná dostatečná stabilita tohoto teplotního pole. Společným *znakem* těchto i jiných typů zařízení je kompaktnost dávkovacího systému a vlastního tvarovacího členu. V čs. autorském osvědčení č. 223 311 je pro účely zdokonalení postupu na homogenizaci teplotních podmínek použita nosná rozváděcí deska, určená k rozvádění tepla i k rozvádění taveniny k jednotlivým tvarovacím členům, které jsou do desky pevně a neoddělitelně vmontovány. Ve všech případech se jedná o zařízení fungující až do stavu, kdy je počet neopravitelně poškozených tvarovacích členů již příliš vysoký a další práce s tímto prvkem je již neekonomická a je nutno zhotovit novou kompletní sestavu. K poškození tvarovacího členu může dojít totiž velmi snadno, neboť v nejčastěji používaném systému molybden jako tvarovací člen a safír jako zárodek je při teplotách začátku tažení okolo 2070 °C molybden již velmi lehce deformovatelný i nepatrným dotykem zárodku. Kromě toho se na povrchu molybdenového tvarovacího členu vylučuje přk krystalizací ze safírové taveniny molybden, který se v ní přestím rozpustil ze stěn kelínku. Povrch tvarovacího členu se tím mění, zanáší, znehodnocuje a je nutno ho opravit, po ud je to vůbec možné a pokud nedojde k jeho neprůchodnosti.

Tyto nedostatky zvláště při tažení safírových profilových krystalů odstraňuje zařízení pro tažení profilových krystalových těles z taveniny podle vynálezu, sestávající z pece, obsahující topný odporový systém a kelínek s nosnou rozváděcí dávkovací deskou nebo dávkovacím blokem, jehož podstata spočívá v tom, že tvarovací členy jsou samostatně svými spodními, případně zabroušenými nebo i zmenšenými částmi umístěny na zabroušeném povrchu nosné rozváděcí dávkovací desky nad jejími dávkovacími kanálky nebo nad dávkovací šterbinou dávkovacího bloku a jsou s nimi spojeny teplotně difuzním přilnutím.

Zahřátím systému nosná rozváděcí deska a na ni umístěné tvarovcí členy, obojí z molybdenu, na teplotu nad 1800 °C dojde k difusnímu spoji mezi oběma prvky, který je dostatečně pevný, aby se při tažení krystalového profilového tělesa neuvolnil, ale zase natolik slabý, že ve studeném stavu lze tvarovací člen lehkým úderem od nosné rozváděcí desky odstranit a nahradit novým. Další výhodou je to, že při zatuhnutí taženého krystalu do tvarovacího členu se tento sám odtrhne, uvolněný člen je volně spolu s krystalem odtažen a při příští tavbě se opět po uvolnění od krystalu usadí na své místo. Dokonce, při současném odtržení většího počtu tvarovacích členů, jako důsledek například nežádoucí regulace tavby a tažení, je možné sestoupit s krystalovými profily s odtrženými a přirostlými tvarovacími členy zpět až do kontaktu s nosnou rozváděcí deskou a tvarovací členy znovu usadit a difusně upevnit na původní místa, tentokrát i za přítomnosti taveniny a po úpravě teploty pokračovat v tažení. Přes veškerý příznivý vliv rozváděcí nosné desky na homogenitu v rozložení teploty přese jen, zejména při větší rozloze osazení tvarovacích členů, k plošné nehomogenitě dochází. Pomocí předběžného proměření teplot zvolí se pak výška jednotlivých tvarovacích členů tak, aby jejich svrchní plocha ležela v hladině takto zjištěné růstové izotermy a všechny tvarovací členy mají pak stejné podmínky pro růst krystalových profilů, čímž se zvyšuje výtěžnost procesu. To je významný přínos pro industrializaci procesu tažení přes tvarovací člen. Snadná výměna tvarovacích členů prodlužuje životnost celé sestavy a umožňuje i záměnu sortimentu na tomtéž systému. Má to i značný ekonomický efekt, neboť cena molybdenu je značně vysoká a výměna celého systému je nákladná.

Difusní spoj molybden/molybden může při velkoplošném styku dosáhnout značné pevnosti, takže odstranění tvarovacího členu z povrchu nosné rozváděcí desky se může znesnadnit. Je proto výhodné plochu difusního spoje, zejména u tvarovacích členů větších rozměrů zmenšit, například vhodným osazením, nebo zářezy, provedenými buďto na spodní ploše tvarovacího členu nebo na svrchní ploše nosné rozváděcí desky.

Na připojených výkresech je znázorněno jednak možné celkové uspořádání, jednak některá z uspořádání spojení tvarovacích členů s nosnou rozváděcí dávkovací deskou nebo dávkovacím blokem.

Na obr. 1 je v částečné svislém řezu znázorněno uspořádání s nosnou rozváděcí dávkovací deskou. Je zakreslen válcovitý kelímek 1, tavenina 2, nosná rozváděcí dávkovací deska 3 a tvarovací členy 4.

Na obr. 2 je v částečné svislém řezu znázorněno uspořádání s dávkovacím blokem. Je zakreslen kelímek 1, tentokrát pravoúhlého průřezu, tavenina 2, dávkovací blok 5 a tvarovací členy 4.

Na obr. 3 až 8 jsou znázorněna různá uspořádání tvarovacích členů.

Na obr. 3 je ve svislém a na obr. 4 v pohledu shora znázorněno uspořádání tvarovacího členu na dávkovacím bloku. Je znázorněn dávkovací blok 5, tvarovací člen 4 a teplotně difuzní spoj 6.

Na obr. 5 je ve svislém řezu a na obr. 6 v pohledu shora znázorněno uspořádání tvarovacího členu s osazením na nosné rozváděcí dávkovací desce. Je zakreslena nosná rozváděcí dávkovací deska 3, tvarovací člen 4 s osazením 7 na jeho spodní části a difuzně teplotní spoj 6.

Na obr. 7 je ve svislém řezu a na obr. 8 v pohledu shora znázorněno uspořádání tvarovacího členu na nosné rozváděcí dávkovací desce s osazením na jejím svrchním povrchu. Je zakreslena nosná rozváděcí dávkovací deska 3, osazení 7 na jejím povrchu, tvarovací člen 4 a teplotně difuzní spoj 6.

Na obr. 9 je svislém řezu podle linie A-A a na obr. 10 v pohledu shora znázorněno zvláštní uspořádání tvarovacího členu, vhodného pro tažení krystalických trubic, tvořeného vnitřní částí 8, vnější částí 9 a přívodními káňálky 10.

Konečně na obr. 11 znázorněno uspořádání tvarovacích členů na dávkovacím bloku s výškou tvarovacích členů podle průběhu izotermy. Je znázorněn dávkovací blok 5, tvarovací členy 4, průběh izotermy 11 a dále jsou znázorněny tažená krystalická profilová tělesa 12, tažená na společném zárodku 13.

### Příklad 1

Bylo vyrobeno zařízení podle vynálezu, tvořené válcovým kelímkem 1 na jehož horním okraji byla umístěna nosná rozváděcí dávkovací deska 3. Na svrchním zabroušeném povrchu této desky byly nad rozváděcími kanálky do kruhu ve dvou řadách umístěny tvarovací členy 4 v celkovém počtu 16 kusů, které byly s deskou spojeny teplotně difuzním spojením. Na tomto zařízení bylo současně taženo 16 kusů krystalových safírových profilů tvaru tyčinek. Po několika tažících cyklech došlo k poškození některých tvarovacích členů. Oprava byla snadno provedena tak, že poškozené tvarovací členy byly lehkým úderem za studena odstraněny, na jejich místa usázeny nové a teplotně difuzně s deskou spojeny, aniž by bylo nutné vyrábět celý nový systém.

### Příklad 2

Bylo vyrobeno zařízení podle vynálezu, tvořené pravoúhlým kelímkem, v němž byl těsně upraven dávkovací blok 2, tvořený třemi molybdenovými deskami tloušťky 5 mm, vzájemně od sebe vzdálenými 0,8 mm a spojený čepy. Na svrchní povrch tohoto dávkovacího bloku 2, který byl zabroušen, bylo nad štěrbinami usazeno 20 tvarovacích členů 4, po desíti kusech ve dvou řadách teplotně difuzně spojených s dávkovacím blokem 2. Tvarovací členy byly určeny pro tažení safírových trubice o vnějším průměru 2 mm. K nasazení růstu bylo použito páskových zárodků, vždy jeden pro jednu řadu tvarovacích členů. Při poškození některých tvarovacích členů po několika cyklech tažení byla provedena snadná oprava jako v příkladu 1, aniž by bylo nutné vyrábět nově celý systém.

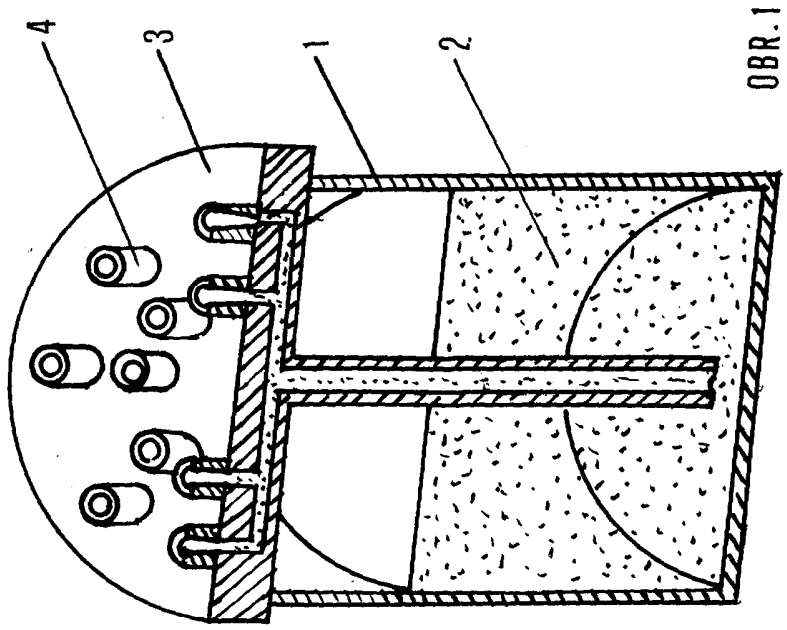
Také při změně sortimentu, tj. jiných rozměrů nebo jiných profilů tažených krystalových těles, lze snadno provést výměnu tvarovacích členů a není nutné mít k dispozici celou serii různých celých systémů pro jednotlivé sortimentní druhy. To ve svém důsledku znamená podstatné snížení jak materiálových tak výrobních nákladů.

P Ř E D M Ě T   V Y N Á L E Z U

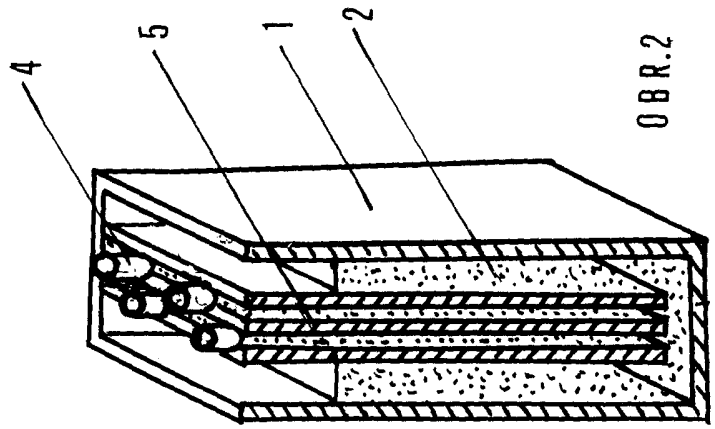
240 011

Zařízení pro tažení profilových krystalových těles z taveniny, sestávající z pece, obsahující topný odporový systém a kelínek s nosnou rozváděcí dávkovací deskou nebo dávkovacím blokem, vyznačené tím, že tvarovací členy (4) jsou samostatně svými spodními, případně zabroušenými nebo i zmenšenými částmi umístěny na zabroušeném povrchu nosné rozváděcí dávkovací desky (3) nad jejími dávkovacími kanálky nebo nad dávkovací štěrbinou dávkovacího bloku (5) a jsou s nimi spojeny teplotně difuzním spojením.

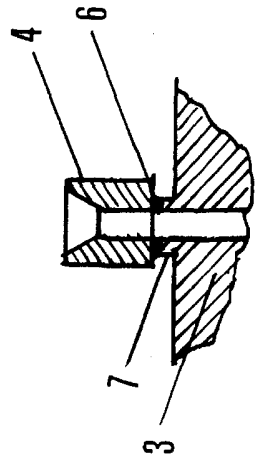
3 výkresy



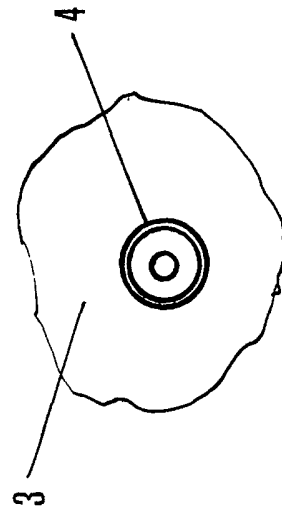
OBR.1



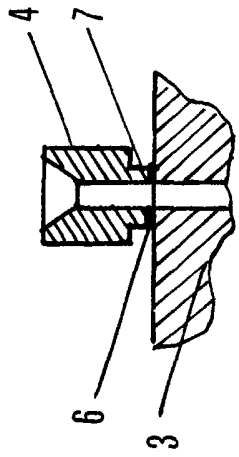
OBR.2



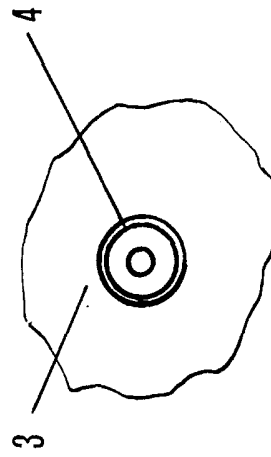
OBR-7



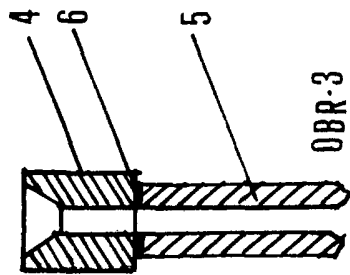
OBR-8



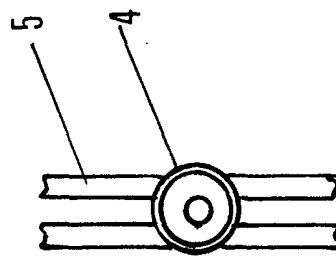
OBR-5



OBR-6

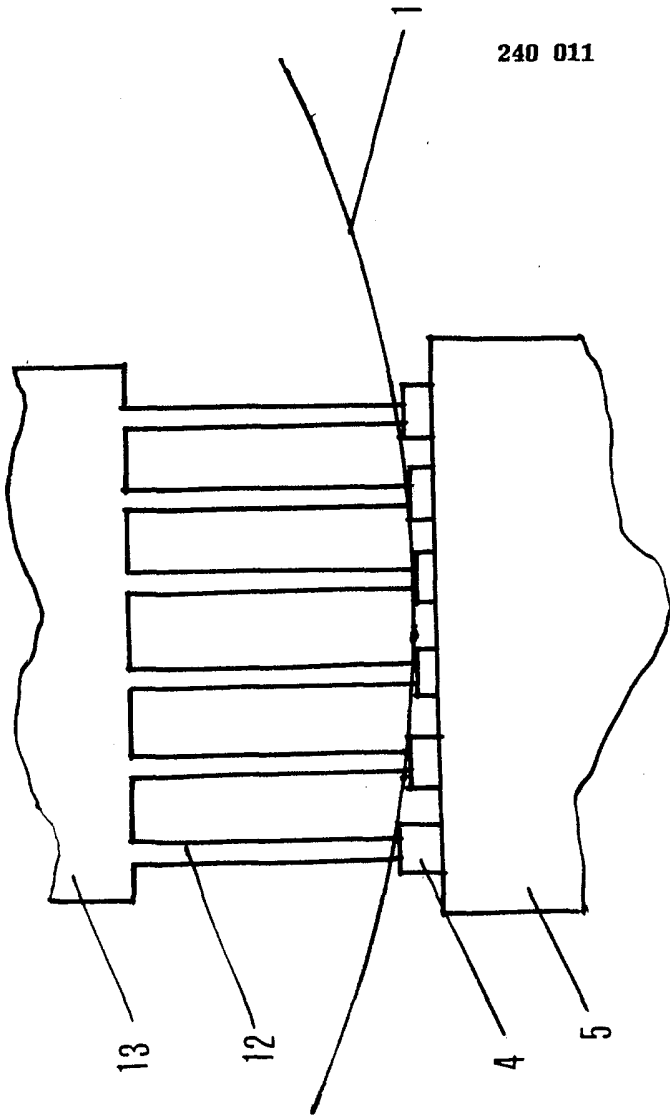


OBR-3

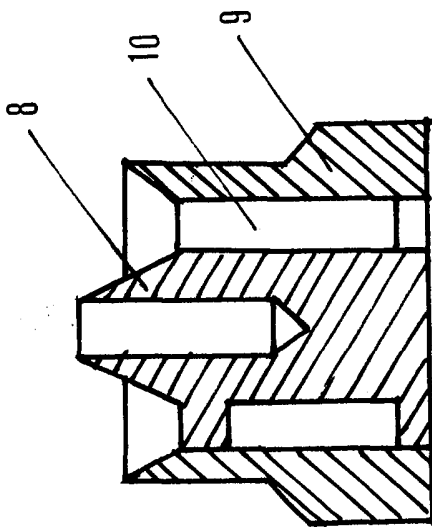


OBR-4

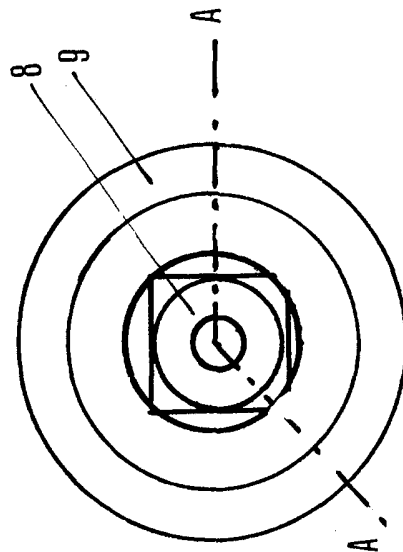
240 011



OBR 11



OBR 9



OBR 10