



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

236815
(11) (B1)

(22) Prihlášené 28 02 83
(21) (PV 1357-83)

(40) Zverejnené 15 09 83

(45) Vydané 15 03 87

(51) Int. Cl.³
B 22 D 27/04
B 22 D 27/20

(75)
Autor vynálezu

ŽITŇANSKÝ MARCEL doc. dr. ing. CSc., PROKSA MILOSLAV ing. CSc.,
BRATISLAVA

(54) Zariadenie na výrobu presných odliatkov s riadenou kryštalizáciou

1

Vynález sa týka zariadenia na výrobu presných odliatkov s vysokým nárokom na tvar a kvalitu štruktúry, na výrobu odliatkov tvarovo členitých so zvláštnym požiadavkom na kvalitu jeho štruktúry, ako napríklad výroba lopatiek plynových turbín s riadenou kryštalizáciou, využívajúc výhodu vytvorenia strmého teplotného gradienta zabezpečeného tesným usporiadaním sústavy forma — grafitové odporové teleso — tepelnoizolačný plášť a chladič, ktorý je potrebný na to, aby sa dosiahol taký odvod tepla v smere zvislom, že v odliatku sa vytvorí usmernená štruktúra.

Aby sa vytvorili správne podmienky pre rast monokryštálov, alebo rovnobežných zŕn, z hľadiska fyzikálneho je treba zabezpečiť odvod tepla z taveniny v jednom smere, zabrániť vzniku kryštálov pred rozhraním solidus-likvidus, vytvoriť podmienky pre rovinné rozhranie solidus-likvidus, vytvoriť dostatočne strmý teplotný gradient pri ochladzovaní odliatku. V procese kryštalizácie dosiahnuť bezotrasový stav systému forma-kov až po stuhnutie poslednej časti tekutého kovu a zabezpečiť potrebný stupeň prehriatia taveniny v porovnaní s teplotou formy.

Všetky v súčasnosti používané zariadenia na výrobu tvarovo členitých odliatkov v

2

podstate pracujú tak, že forma sa v horúcej komore vyhreje na určitú teplotu T_0 , pričom je položená, alebo sa položí na vodou chladenú podložku. Forma sa naplní kovom vyhriatým na teplotu T_1 a potom sa z horúcej komory vysúva smerom dolu spolu s vodou chladenou podložkou. Týmto spôsobom alebo s určitou obmenou pracujú zariadenia napríklad podľa patentov USA č. 4 213 497, 4 202 400, 3 532 155, 3 376 915, 3 260 505, ktoré využívajú spôsob znižovania príkonu elektrickej energie do horúcej komory, podobne ako patenty ZSSR číslo 846 090 a 202 366. Iné využívajú intenzívny spôsob postupného ochladzovania kovu vo forme, a to spôsobom ponárania formy do chladiaceho média, ako napríklad patenty USA č. 3 763 926 a ZSSR popis AO č. 863 171. Ďalší spôsob a to vyťahovanie formy s otvoreným dnom naplnenej kovom z priestoru horúcej komory a jej zasúvania do chladiaceho priestoru je uvedený v USA pat. spise č. 3 810 504. Iný spôsob uvedený v USA pat. spise č. 3 841 384 využíva znižovanie príkonu elektrickej energie do horúcej komory, pričom je kombinovaný s chladenou podložkou, na ktorej je umiestnená forma s kovom a vysúva sa z horúcej komory. ZSSR pat. spis číslo 742 033 využíva chladenú podložku, na ktorej je položená forma s otvoreným

dnom a naplnená kovom, cez ktorý prechádza v smere zvislom elektrický prúd, ktorého intenzita sa postupne znižuje.

Všetky uvedené zariadenia majú jednu veľkú spoločnú nevýhodu, a to, že sa pohybuje forma v procese kryštalizácie kovu. Takýto spôsob má veľmi nepriaznivý vplyv na proces kryštalizácie a môže spôsobiť zmenu smeru rastu zŕn a vetvenie zŕn v nežiadúcom smere. Ďalšou nevýhodou zariadení, ktoré využívajú znižovanie príkonu elektrickej energie do horúcej komory, je veľmi komplikovaný spôsob ohrevu a jeho regulácie. Podobne je veľmi komplikované zariadenie, ktoré využíva intenzívne chladenie formy tým spôsobom, že sa forma ponára do chladiaceho média. Ďalšou nevýhodou takéhoto spôsobu je, že sa vyžaduje forma vysokej kvality, ktoré znesie tepelný šok pri ponáraní do chladiaceho média.

Uvedené nedostatky odstraňuje a technický problém rieši zariadenie podľa vynálezu, ktorého podstatou je, že vo vnútri recipienta danej pracovnej jednotky je usporiadaná horúca komora, konštrukčne prevedená súvne v smere zvislej osi ako celok spolu s chladiacim systémom, kde horúca komora pozostáva z grafitového odporového telesa, vodivo spojeného s prívodmi elektrického prúdu pomocou troch kužeľových dier, ktorými je nasunuté na kužeľový kontakt prívodov elektrického prúdu, prechádzajúcich aj otvormi spodnej tepelnoizolačnej vložky. Horúca komora je ďalej opatrená tepelnoizolačným plášťom, pevne spojeným s nosným plášťom pomocou vodiacich čapov, v rovine rozmiestnených v uhle 120° a nasunutých do vedenia v päťke, priskrutkovanej ku lôžku prívodov elektrického prúdu v hornej časti týchto. S nosným plášťom je rozoberateľne spojené aj veko horúcej komory, ktoré je zo spodu opatrené hornou tepelnoizolačnou vložkou a v strede opatrené lievikom. S prívodmi elektrického prúdu, ktoré sú cez prívodnú rúrku vodou chladené, je spojený aj chladič, ktorý obklopuje keramické dosky, uložené s presahom až do vnútra priestoru grafitového odporového telesa na nosiči, umiestnenom na chladenom dne recipienta, pričom v smere zvislej osi zariadenia je nosič prevedený súvne a chladič je od prívodov elektrického prúdu odizolovaný. Prívody elektrického prúdu sú v spodnej časti uložené v puzdrach a v hornej časti opatrené lôžkom, na ktoré je priskrutkovaná päťka, vodivo odizolovaná a opatrená vedením, pomocou ktorého sú jednotlivé časti horúcej komory spojené s prívodmi elektrického prúdu a do priestoru recipienta vysúvanými cez vákuové prechodky pomocným zdvíhacím mechanizmom. Nosič keramických dosiek je vytvorený z kovového telesa valcovitého tvaru, ktoré má po obvode v rovine tri otvory posunuté o uhol 120°, so západkami, ktoré sú ovládané od dvojpolohového elektromagnetu.

Predmetom vynálezu je aj to, že pracov-

né jednotky sú usporiadané do kruhu alebo v rade a pomocou príruby napojené na jeden spoločný nasávací systém s jediným taviacim agregátom a jednou indukčnou taviacou vákuovou pecou, usporiadanou otočne vo vodorovnej rovine na ramene a súvne vo smere zvislej osi na čape, pričom taviací téglik, v dne opatrený vypúšťacím otvorom a uzavretý uzáverom, je v recipiente indukčnej vákuovej taviacej pece uložený stabilne, zo spodnej strany uzatvorený ventilom a z hornej strany opatrený vákuovou priepustou.

Zariadenie podľa vynálezu má oproti súčasne známym zariadeniam celý rad výhod, ktoré spočívajú v jednoduchšej konštrukcii, zlepšenejšom procese riadenej kryštalizácie, v montáži a demontáži hlavných častí zariadenia, horúcej komory a chladiča v prípade údržby a opravy. Výroba a montáž grafitového odporového telesa je veľmi jednoduchá. Jeho spojenie s prívodom elektrickej energie sa prevedie jednoduchým nasunutím na kužeľový kontakt. Podobne výroba tepelnoizolačného plášťa sa zabezpečí z penovej grafitovej hmoty. Montáž celého tepelnoizolačného plášťa a nosného plášťa sa prevedie jednoduchým nasunutím vodiacich čapov do vedení. Takáto jednoduchá montáž má veľkú výhodu v prípade údržby a opravy zariadenia. V dôsledku konštrukcie a usporiadania zariadenia je možná veľmi jednoduchá obmena horúcej komory na iný tvar a rozmery odliatku. Usporiadanie pracovných jednotiek do kruhu je z ekonomických dôvodov veľmi výhodné. Všetky recipienty pracovných jednotiek sú napojené na jeden spoločný nasávací vákuový systém, všetky prívody sú rovnako dlhé a teda sa dajú jednoducho zabezpečiť rovnaké pracovné podmienky. Každá pracovná jednotka je konštrukčne riešená veľmi úsporne a preto na dosiahnutie potrebného pracovného vákuu stačí pomerne malý nasávací systém. Konštrukčne je celé zariadenie navrhnuté tak, že na prípravu taveniny a plnenie foriem kovom postačí jeden taviaci agregát a jedna indukčná taviaca vákuová pec. Táto je zhotovená vo veľmi úspornom prevedení čo do rozmerov, je zavesená na otočnom čape a dá sa jednoducho otáčať vo vodorovnej rovine a posúvať v zvislom smere. Je pripojená na špeciálny taviaci agregát, ktorý vsádzku rozťaví v priebehu niekoľkých minút. Zvláštnou výhodou navrhutej pece je spôsob vypúšťania taveniny cez otvor v dne taviaceho téglika. Takýto spôsob je pri výrobe lopatiek plynových turbín veľmi výhodný. Ďalšou výhodou navrhnutého zariadenia je to, že sa dá zabezpečiť požadovaný stupeň prehriatia taveniny, čo je z hľadiska procesu riadenej kryštalizácie veľmi dôležitý predpoklad.

Pokrokom riešenia je to, že zariadenie umožňuje vysoký stupeň automatizácie pra-

covného postupu, čo ho predurčuje pre sériovú a hromadnú výrobu lopatiek s riadnou kryštalizáciou. Forma a horúca komora pracovnej jednotky umožňuje na jeden pracovný cyklus vyrobiť niekoľko lopatiek súčasne.

Vyšší účinok je v tom, že sa dá dosiahnuť homogénny ohrev formy v celom jej objeme, a to z dôvodu dosiahnutia tepelnej rovnováhy na prechode forma — keramická doska.

Na pripojenom výkrese na obr. 1 je v pozdĺžnom reze v náryse zobrazené zariadenie ako základná pracovná jednotka.

Obr. 2 znázorňuje v reze v náryse indukčnú taviacu vákuovú pec.

Obr. 3 znázorňuje schematicky v pôdoryse usporiadanie pracovných jednotiek do kruhu s napojením na centrálny napájací systém, ktorý nie je zakreslený.

Obr. 4 znázorňuje usporiadanie — schematicky v pôdoryse — vo vodorovnej rovine, kde rameno 35 je zavesené na vodiacej dráhe.

Zariadenie podľa obr. 1 pozostáva z recipienta 1 vytvoreného v tvare valca, buď s dvojitou stenou, chladenou vodou, alebo s jednoduchým plášťom, chladeným pomocou rúrky prispájkovanej na vonkajší plášť recipienta. Vo vnútri recipienta danej pracovnej jednotky je usporiadaná horúca komora 3, konštrukčne prevedená súvne v smere zvislej osi ako celok s chladiacim systémom. Horúca komora 3 pozostáva z grafitového odporového telesa 4, vodivo spojeného s prívodmi 13 elektrického prúdu pomocou troch kužeľových dier 16, ktorými je nasunuté na kužeľový kontakt 17 prívodov 13 elektrického prúdu, prechádzajúcich aj otvormi spodnej tepelnoizolačnej vložky 7. Horúca komora je ďalej opatrená tepelnoizolačným plášťom 5, pevne spojeným s nosným plášťom 6 pomocou vodiacich čapov 24, v rovine rozmiestnených v uhle 120° a nasunutých do vedenia 21 v pätke 20, priskrutkovanej ku lôžku 19 prívodov 13 elektrického prúdu v hornej časti týchto. S nosným plášťom 6 je rozoberateľne spojené aj veko 8 horúcej komory 3, ktoré je zo spodu opatrené hornou tepelnoizolačnou vložkou 7' a vstrede opatrené lievikom 25. S prívodmi 13 elektrického prúdu, ktoré sú cez prívodnú rúrku 18 vodou chladené, je spojený aj chladič 9, ktorý obklopuje keramické dosky 11, uložené s presahom až do vnútra priestoru grafitového odporového telesa 4 na nosiči 10, umiestnenom na chladenom dne 29 recipienta 1, pričom vo smere zvislej osi zariadenia je nosič 10 prevedený súvne a chladič 9 je od prívodov 13 elektrického prúdu odizolovaný. Prívody 13 elektrického prúdu sú v spodnej časti uložené v puzdrach 22 a v hornej časti opatrené lôžkom 19, na ktoré je priskrutkovaná pätko 20, vodivo odizolovaná a opatrená vedením 21, pomocou ktorého sú jednotlivé časti horúcej komory 3 spojené s prívodmi 13 elek-

trického prúdu a do priestoru recipienta 1 vysúvané cez vákuové prechodky 23 pomocným zdvíhacím mechanizmom, na výkrese nezakresleným. Nosič 10 keramických dosiek 11 je vytvorený z kovového telesa valcovitého tvaru, ktoré má po obvode v rovine tri otvory 26, posunuté o uhol 120° , so západkami 27, ktoré sú ovládané od dvojpolohového elektromagnetu 28.

Do priestoru horúcej komory 3 je zasunutá forma 12, položená na keramických doskách 11, ktoré sú tiež čiastočne zasunuté do vnútra horúcej komory 3.

Indukčná taviaca vákuová pec, podľa obr. 2, pozostáva z indukčnej cievky 30 v ktorej je vsadený tepelnoizolačný plášť 5' a v ňom taviaci téglík 31 s vypúšťacím otvorom 32 v dne, ktorý je uzavretý uzáverom 33. Taviaci téglík 31 je stabilne umiestnený v recipiente 1' indukčnej vákuovej pece, ktorý je zo spodnej časti uzatvorený ventilom 34 a z hornej časti vákuovou priepustou 14'. Indukčná vákuová taviaca pec je upevnená na ramene 35 v zvislom čape 36.

Zariadenie podľa vynálezu, ako je zobrazené na obr. 3 a obr. 4, predstavuje pracovné jednotky usporiadané do kruhu alebo v rade a pomocou príruby 2 sú tieto napojené na jeden spoločný nasávací systém s jediným taviacim agregátom a jednou indukčnou taviacou vákuovou pecou, usporiadanou otočne vo vodorovnej rovine na ramene 35 a súvne vo smere zvislej osi na čape 36.

Zariadenie podľa vynálezu pracuje nasledovne:

Priestor recipienta 1 a vákuovej komory 15 sa zavzdušňuje. Horúca komora 3 spolu s grafitovým odporovým telesom 4, tepelnoizolačným plášťom 5, nosným plášťom 6, chladičom 9 spolu s prívodmi 13 elektrického prúdu, ktoré sú v spodnej časti umiestnené v puzdrach, sa uvedie do pohybu. Pohyb prívodov elektrického prúdu 13 v smere zvislom je zabezpečený mechanizmom, ktorý nie je zakreslený. Pri práve popísanom zdvíhacom úkone sú západky 27 vysunuté z otvorov 26 nosiča 10. Keď sa celá horúca komora 3 presunie do hornej krajnej polohy v recipiente 1, vykonajú sa tieto úkony. Cez vákuovú komoru 15 sa vloží studená forma 12 na keramické dosky 11. Ďalšia forma sa vloží do vákuovej komory 15 na manipulátor, ktorý nie je zakreslený. Zatiaľ čo sa dvere vákuovej komory 15, evakuje sa súčasne vákuová komora 15 a recipient 1 a celá kompletná horúca komora 3 sa spustí do spodnej krajnej polohy v recipiente 1, ako je to naznačené na obr. 1. Po dosiahnutí potrebného vákuu sa celá forma 12 nahreje v horúcej komore na teplotu T_0 . V priebehu času, v ktorom sa vyhrievala forma 12 na požadovanú teplotu T_0 , sa pripraví zariadenie na proces tavenia a odlievania. Pracuje sa nasledovným spôsobom. Indukčná taviaca pec, ako je znázornená na obr. 2, sa môže posúvať v smere zvislom a

vo vodorovnom smere sa môže otáčať okolo zvislého čapu 36. Otvorí sa vákuová priepusť 14' a do taviaceho téglika 31 sa vloží vsádzka s požadovanou hmotnosťou (nie je nakreslená) a vákuová priepusť 14' sa zatvorí. Indukčná taviaca vákuová pec sa umiesti nad jednu z pracovných jednotiek, napríklad vyznačenú na obr. 4 šráfovaním, a to tak, aby ventil 34 a vákuová priepusť 14 na seba dosadli a vytvorili vákuovo tesný spoj. Ventil 34 a vákuová priepusť sa otvoria a celá sústava horúcej komory, spolu s nosičom 10, keramickými doskami 11 a formou 12, sa presunie cez vákuovú priepusť 14, ventil 34 smerom hore tak, že lievnik 25 sa dostane do tesnej blízkosti uzáveru 33. Prv než sa nosič 10 začne pohybovať smerom hore, tri dvojpolohové elektromagnety 28 zasunú západky 27 do otvorov 26 nosiča 10, čím vznikne potrebné spojenie sústavy nosiča 10, pomocou troch západiek 27 a nenakreslených uchycovačov západiek, s odizolovaným pripevnením na prívody 13 elektrického vedenia. Zapne sa špeciálne zariadenie na roztavenie vsádzky, ktorá sa v priebehu krátkeho času roztaví a vyhreje na teplotu T_1 . Potom uzáver 33 uvoľní vypúšťací otvor 32 v taviacom tégliku 31 a tavenina pretečie cez lievnik 25 do formy 12. Ihneď na to celá sústava sa spustí do spodnej krajnej polohy naznačenej na obr. 1. Súčasne s pohybom celej horúcej komory 3 smerom dolu sa postupne zatvára v poradi ventil 34 a vákuová priepusť 14. Dvojpo-

lohové elektromagnety 28 vytiahnú tri západky 27 s otvorov 26 nosiča 10, čím sa dosiahne to, že sa už nebude môcť pohybovať smerom hore a spolu s keramickými doskami 11 a formou 12 naplnenou kovom zostane v kludovej polohe. Po uplynutí určitého času od naplnenia formy 12 kovom začne sa riadiť proces kryštalizácie, a to tak, že sústava grafitové odporové teleso 4, tepelnoizolačný plášť 5, nosný plášť 6 spolu s kompletným vekom 8 a chladičom 9, sa začne posúvať vopred zvolenou rýchlosťou smerom hore až sa postupne presunie do hornej krajnej polohy v recipiente 1 a vypne sa ohrev. Po uplynutí určitého času od skončenia procesu kryštalizácie sa forma 12 spolu s odliatkom presunie do priestoru vákuovej komory 15, z vákuovej komory 15 sa presunie v nej vopred umiestnená forma na keramické dosky 11. Priestor recipienta 1 sa vákuovo tesne môže oddeliť od priestoru vákuovej komory 15, čo sa vykoná práve pri popisovanom pracovnom postupe. Priestor vákuovej komory 15 sa zavzdušní, otvoria sa dvere (nie sú nakreslené) a forma spolu s vyrobeným odliatkom sa vyberie a do vákuovej komory sa vloží forma, dvere sa zatvoria a evakuje sa priestor vákuovej komory 15. Celá horúca komora sa spustí do dolnej krajnej polohy, ako aj tri dvojpolohové magnety 28 zasunú západky 27 do otvorov 26 nosiča 10 a celý proces sa opakuje tak, že sa zapne ohrev, forma sa vyhreje atď.

PREDMET VYNÁLEZU

1. Zariadenie na výrobu presných odliatkov s riadenou kryštalizáciou s vysokým nárokom na morfológiu a kvalitu štruktúry, kde základná pracovná jednotka pozostáva z recipienta, ktorý je v hornej časti uzavretý vákuovou priepustou a v strednej má vytvorenú vákuovú komoru, vyznačujúce sa tým, že vo vnútri recipienta (1) je usporiadaná horúca komora (3), konštrukčne prevedená súvne v smere zvislej osi ako celok spolu s chladiacim systémom, kde horúca komora (3) pozostáva z grafitového odporového telesa (4), vodivo spojeného s prívodmi (13) elektrického prúdu pomocou troch kužeľových dier (16), ktorými je nasunuté na kužeľový kontakt (17) prívodov (13) elektrického prúdu, prechádzajúcich aj otvormi spodnej tepelnoizolačnej vložky (7), a horúca komora (3) je ďalej opatrená tepelnoizolačným plášťom (5), pevne spojeným s nosným plášťom (6) pomocou vodiacich čapov (24), v rovine rozmiestnených v uhle 120° a nasunutých do vedenia (21), pričom s nosným plášťom (6) je rozoberateľne spojené aj veko (8) horúcej komory (3), ktoré je zo spodu opatrené hornou tepelnoizolačnou vložkou (7') a v strede opatrené lievnikom (25) a kde s prívodmi (13) elek-

trického prúdu, ktoré sú cez prírodnú rúrku (18) vodou chladené, je spojený aj chladič (9), ktorý obklopuje keramické dosky (11), uložené s presahom až do vnútra priestoru grafitového odporového telesa (4) na nosiči (10), umiestnenom na chladenom dne (29) recipienta (1) a v smere osi zariadenia prevedenom súvne, pričom chladič (9) je od prívodov (13) elektrického prúdu odizolovaný.

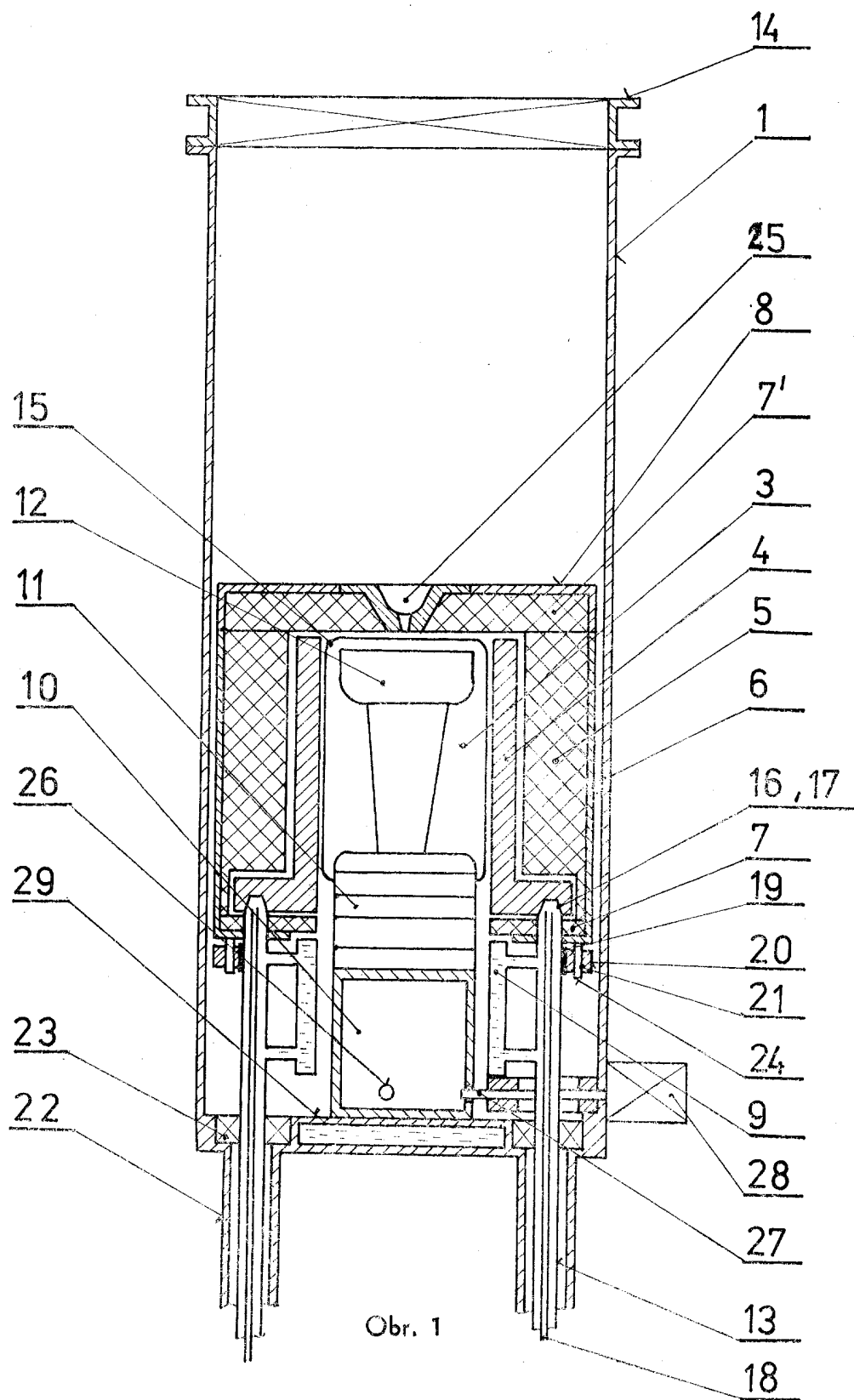
2. Zariadenie podľa bodu 1, vyznačujúce sa tým, že prívody (13) elektrického prúdu sú v spodnej časti uložené v puzdrach (22) a v hornej časti opatrené lôžkom (19), na ktoré je priskrutkovaná päťka (20), vodivo odizolovaná a opatrená vedením (21), ktorým sú jednotlivé časti horúcej komory spojené s prívodmi (13) elektrického prúdu, a do priestoru recipienta (1) výsuvnými cez vákuové prechodky (23) pomocným zdvíhacím mechanizmom.

3. Zariadenie podľa bodov 1 a 2, vyznačené tým, že nosič (10) keramických dosiek (11) je vytvorený z kovového telesa valcovitého tvaru, ktoré má po obvode v rovine tri otvory (26) posunuté o uhol 120° , so západkami (27), ktoré sú ovládané od dvojpolohového elektromagnetu (28).

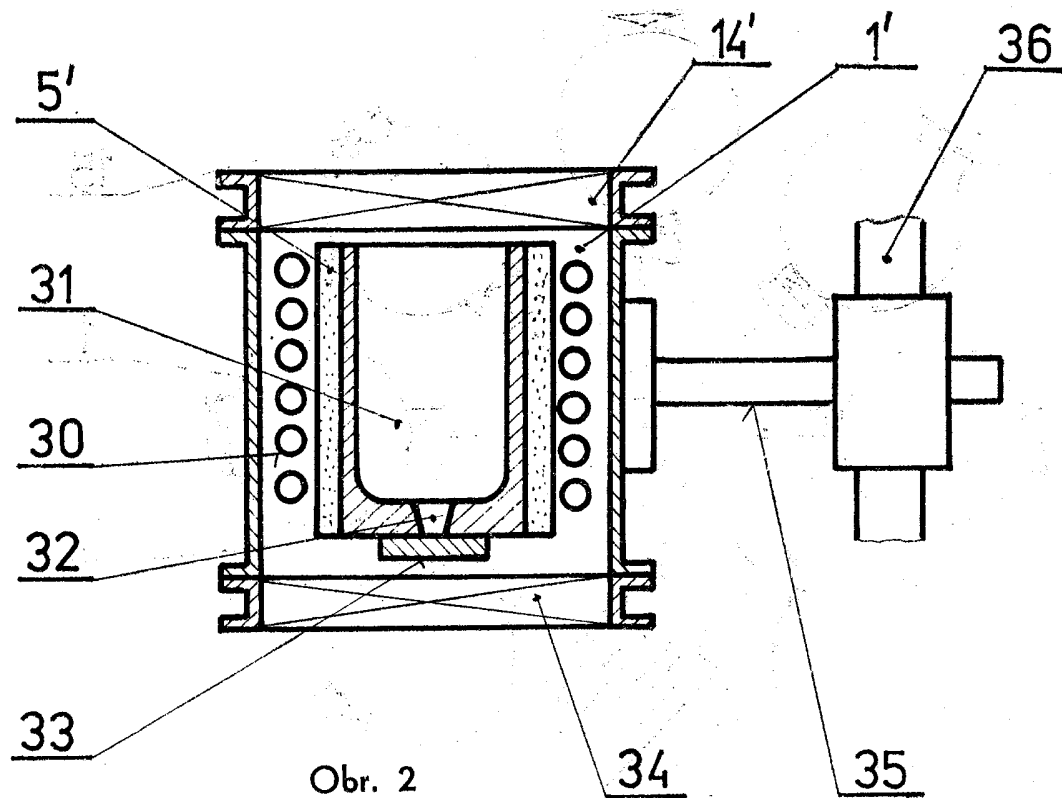
4. Zariadenie podľa bodov 1 až 3, vyznačené tým, že pracovné jednotky sú usporiadané do kruhu alebo v rade a prírubou (2) napojené na jeden spoločný nasávací systém s jediným taviacim agregátom a jednou indukčnou taviacou vákuovou pecou, usporiadanou otočne vo vodorovnej rovine na ramene (35) a súvne vo smere zvislej osi

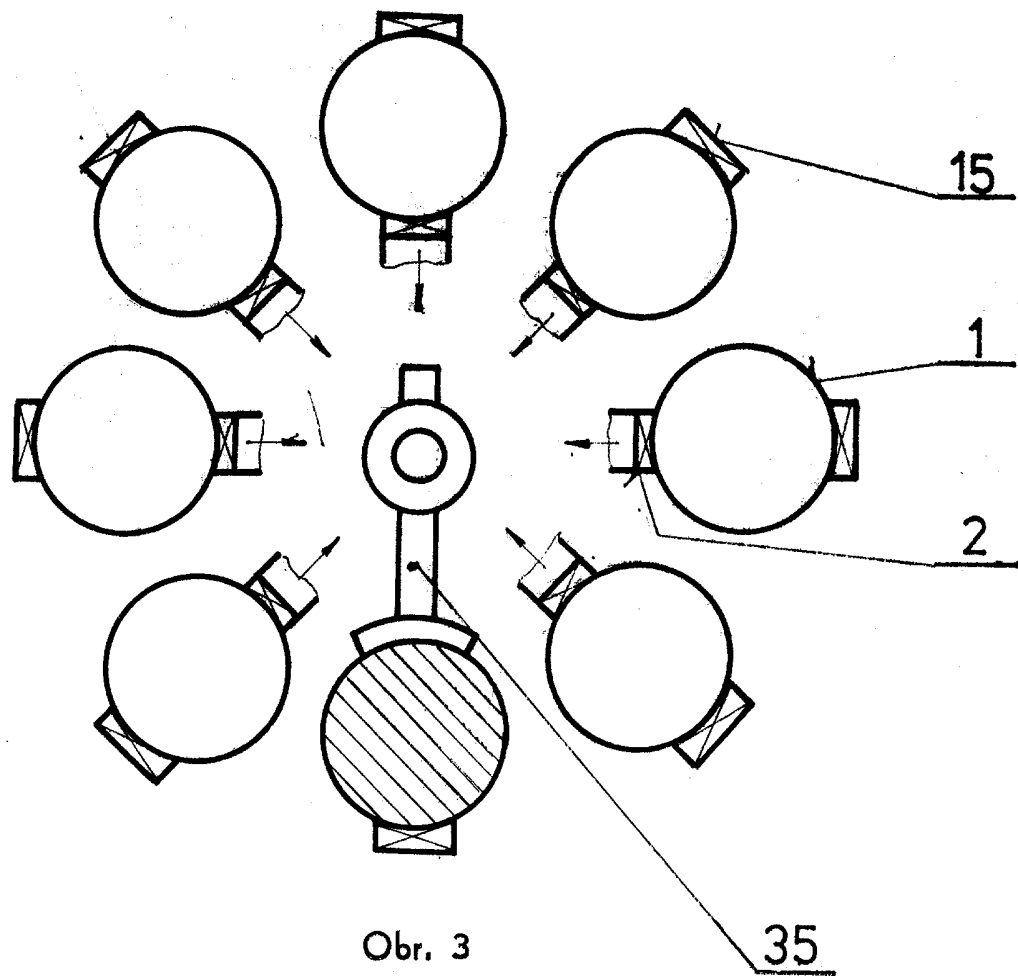
na čape (36), pričom taviaci téglik (31), vo dne opatrený vypúšťacím otvorom (32) a uzavretý uzáverom (33), je v recipiente (1') indukčnej vákuovej taviacej pece uložený stabilne, zo spodnej strany uzatvorený ventilom (34) a z hornej strany opatrený vákuovou priepustou (14').

4 listy výkresov



Obr. 1





Obr. 3

