



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY

A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

196 545

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 22 04 75

(21) PV 2799-75

(32)(31)(33) Právo přednosti pro bod 1 od 25 04 74
(8.2019186)

a pro bod 2 od 15 05 74 (2023693)

Svaz sovětských socialistických
republik

(51) Int. Cl. B 22 D 23/00

(40) Zveřejněno 31 07 79

(45) Vydáno 01 4 82

(5)

autor vynálezu RABINOVICH VOLF JADOVICH ing., KRIGER OLEG ŠTĚPANOVIČ ing., KARPOV OLEG
ŠTĚPANOVIČ ing., SAPUNOV VIKTOR JEVGENIJEVIČ, KARPOV VLADIMÍR ALEXEJEVIČ ing.,
KOVANJA VLADIMÍR JAKOVLEVIČ ing., MOSKVA (SSSR)

1) Způsob elektrostruskové výroby tvarovaných odlitků a zařízení k jeho provádění

1

Vynález se týká elektrometalurgie a zejména způsobu elektrostruskové výroby tvarova-
ných odlitků a zařízení k jeho provádění.

Použití vynálezu je nejúčinnější při výrobě součástí a konstrukčních součástí, na
nichž jakost se kladou obzvláště vysoké nároky, jako je tomu například u polotovarů vík
česům armatur pro atomová energetická zařízení, válců pro válcování zastudena, zalome-
ných hřídelí, T tvarovek a ojníc používaných místo dosud kovaných nebo kovaných a svařova-
ných konstrukcí pro stejné účely. První průmyslové série válců pro válcování zastudena,
zhotovené z elektrostruskově přetaveného kovu a zkoušené za provozních podmínek, potvrdily,
že jejich provozní trvanlivost zdvojnásobila až ztrojnásobila.

Vysoká jakost a stejnorodost kovu elektrostruskově vytaveného ingotu vedly k myšlence
lití odlévaných válců, zhotovených elektrostruskovým přetavením v tvarovaných krystaliz-
átorech.

Je znám způsob výroby polotovarů, např. válců, elektrostruskovým přetavováním, při
němž se ve struskové lázni zasebou odtavuje jedna nebo více kovových elektrod. Elektrody
se odtavují nejméně ve dvou chlazených krystalizátorech, které mají rozdílné průřezové
tvary a jsou umístěny nad sebou na oddělených zdvižných vozících. Přitom se zdvižné vozí-
ky s krystalizátory a nad nimi uspořádaný zdvižný vozík s elektrodami pohybují ve svislém

198 545

směru podél sloupů.

Nedostatky těchto způsobů a zařízení spočívají v tom, že při výrobě polotovarů, které mají na výšku různé průřezy, je potřebné pro každý průřez vyráběného polotovaru použít jinou elektrodu a výměna elektrod způsobuje přestávky při tavbě, které zhoršují jakost kovu vyrobených polotovarů. Kromě toho se během přetavování musí přidávat nebo ubírat struska, což způsobuje potíže při obsluze zařízení.

Výhodnější jsou způsoby odlévání předlitků válců elektrostruskovým přetavením v krystalisátoru, který má průměr shodný s průměrem těla válce. Do krystalisátoru se ze strany jeho podstavce umístí přitavovaná část, která tvarem i rozměry odpovídá čepu válce a na začátku odlévání se přitaví k základu odlitku. Postravec krystalisátoru má otvor, jehož průměr odpovídá průměru přitavované části, která vytváří čep válce. Podstavec krystalisátoru je svisle rozdělený na dva díly, pod kterými jsou uspořádány přírodní hranoly.

Ani tento způsob a zařízení nezajišťují zaručenou jakost v místě stavení přitavované části s přetaveným odlitkem. Kromě toho svislé rozdělení podstavce na dva díly vede k tomu, že se, v důsledku rozšíření přitavované části při ohřívání, podstavec deformuje a po prvním přetavení průměr otvoru neodpovídá původnímu průměru přitavované části. Vzniklá mezera se musí utěsnit, aby tekutá struska a roztavený kov nevytekly. Takto se od tavby k tavbě rozdíl mezi průměrem přitavované části a průměrem otvoru v podstavci zvětšuje, což nakonec způsobí rychlé vypadnutí podstavce krystalisátoru ze stroje. Obsluha takových zařízení je obtížná.

Cílem vynálezu je odstranění uvedených nedostatků. Dalším cílem vynálezu je zajistit zaručenou jakost přitavení přitavované části k tělu odlitku, zlepšit podmínky obsluhy zařízení a prodloužit životnosti podstavce krystalisátoru.

Základním úkolem vynálezu je vypracovat postup elektrostruskové výroby tvarovaných odlitků se současným přitavením jednotlivých částí buď vyválcovaných nebo odlitých nebo vykovovaných, při němž bude zajištěna vysoká jakost jak samotných odlitků, tak i v místech přitavení změnou technologie výroby a zdokonalením zařízení pro elektrostruskové přetavování.

Daná úloha je vyřešena způsobem elektrostruskové výroby tvarovaných odlitků a roztavováním odtavné elektrody ve struskové lázni působením elektrického proudu a s přitavováním předem zhotovené části podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se hloubka ponoření přitavované části udržuje v rozmezí 0,2 až 0,6 hloubky struskové lázně.

Zařízení k provádění tohoto způsobu má nejméně část podstavce krystalisátoru provedenou z několika dílů, spojených podél svislých ploch a ve vytvořeném průchodu je umístěna přitavovaná část, která vyčnívá z podstavce krystalisátoru a je spojena se zdrojem elektrického proudu přes elektricky vodivé čelisti podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že díly jsou přitlačeny pružnými prvky k přitavované části a elektricky vodivé če-

listí jsou posuvné ve vodorovné rovině a jsou spojeny s posouvacím ústrojím.

Způsob elektrostuskové výroby podle vynálezu zajišťuje rovnoměrné otavení čelní plochy přitavované části ponořené ve struskové lázni a zaručené její přitavení jak podél obrysu tak i v průřezu k tělu odlitku. Podle vynálezu je výhodné na začátku provádět přitavení odtavnou elektrodou, jejíž průřez se přinejmenším rovná průřezu přitavované části. V tom případě kapky přetavovaného kovu padají na již otavený povrch přitavované části, čímž je zajištěno její jakostní přitavení.

Elektricky vodivé čelisti, které jsou v zařízení podle vynálezu posuvné ve vodorovné rovině a jsou spojeny s posouvacím ústrojím pro přitlačení k přitavované části, zajišťují spolehlivý elektrický kontakt a jsou jednoduché a provozně bezpečné.

Provedení tvarující části podstavce nejméně ze tří dílů, z nichž je každý podle vynálezu spojen s pružným přitlačným prvkem, vylučuje deformaci podstavce, způsobenou tepelným rozšířením přitavované části a zvyšuje spolehlivost zařízení a životnost podstavce.

Každý díl podstavce může být opatřen výměnnou teplo odvádějící vložkou, umístěnou v místě dotyku s přitavovanou částí, jejíž výška se přinejmenším rovná poloměru přitavované části.

Takovéto opatření každého dílu podstavce výměnnou teplo odvádějící vložkou umožňuje jejich rychlé přestavení při přechodu výroby odlitku z jednoho druhu a velikosti přitavované části na druhý.

Výška vložek je rovna nejméně poloměru přitavované části, což zajišťuje její ochlazení a současně zabráňuje propálení stěn přitavované části na začátku tavení a vytékání tekuté strusky a kovu.

Dělicí roviny dílů podstavce a výměnných vložek se účelně provedou jako stupňovité.

Takovéto konstrukční řešení zabráňuje vytékání tekuté strusky a kovu v dělicí rovině podstavce na začátku tavení při tepelném rozšíření přitavované části a při vzájemném přestavování dílů podstavce.

Použití postupu elektrostruskové výroby a zařízení k jeho provádění podle vynálezu znižuje jednak znatelné snížení výrobních nákladů při výrobě tvarovaných odlitků elektrostruskovým přetavováním a přitavením oddělených částí a jednak vyloučit z technologického procesu svařování. Postupem a zařízením podle vynálezu je možné zvětšovat odlitky při pouhém předem odlitých nebo jakýmkoliv známým způsobem vyrobených polotovarů jako přitavovaných částí. Kromě toho se řešením podle vynálezu dosahuje značný ekonomický účinek v důsledku zvýšení výrobních vlastností kovu a zlepšení jakosti odlitků.

Pro lepší porozumění řešení podle vynálezu jsou dále popsány konkrétní příklady jeho provedení s odkazem na přiložené výkresy, na nichž obr. 1 znázorňuje základní zapojení,

198 545

objasňující způsob elektrostruskového přetavování, na obr. 2 je schematické znázornění zařízení k provádění způsobu podle vynálezu, na obr. 3 je axonometrický pohled na celé zařízení pro elektrostruskovou výrobu tvarovaných odlitků a na obr. 4 je řez IV - IV z obr. 2.

Podstata způsobu elektrostruskové výroby tvarovaných odlitků spočívá v tom, že tavná elektroda 1 (obr. 1) se zavádí do tavicího prostoru krystalisátoru 2 a přitavovaná část 3 se ustavuje v otvoru podstavce 6 souose s tavnou elektrodou 1. Potom se do krystalisátoru 2 naleje tekutá roztavená struska až vznikne strusková lázeň 4 potřebné výšky, která propouští elektrický proud od zdroje 5 elektrického proudu v proudovém okruhu, tvořeném tavnou elektrodou 1, struskovou lázní 4 a přitavovanou částí 3 a začne se elektrostruskové přetavování. Přitavení přitavované části 3 se musí nazačátku provádět při ponoření přitavované části 3 do hloubky 0,2 až 0,6 struskové lázně 4.

Pro objasnění názornosti použít tento technologický úkon považuje se strusková lázeň za součet odporů

$$R_{\text{celk.}} = R_1 + R_2 + R_3 ,$$

kde značí R₁ - odpor pólů - tavná elektroda 1
- přitavovaná část 3,

R₂ a R₃ - odpor pólů - tavná elektroda 1 - podstavec 6 (na obou stranách tavné elektrody 1)

a R_{celk.} - celkový odpor struskové lázně 4.

Pro jednoduchost se předpokládá, že tavná elektroda 1 a přitavovaná část 3 jsou souměrně uspořádány v tavicím prostoru krystalisátoru 2 a tím je možné počítat odpory R₂ a R₃ za rovné.

Při stálém elektrickém příkonu do struskové lázně 4 ze zdroje 5 elektrického proudu a změně mezielektrodové mezery 1 ve struskové lázni 4 probíhá přerozdělení elektrického výkonu, který se nejvíce mění odporem R₁, poněvadž odpory R₂ a R₃ jsou blízké a mění se neznatelně při změně ponoření přitavované části 3 ve struskové lázni 4. Největší měrný elektrický výkon se vyvíjí na okrajích čel tavné elektrody 1 a přitavované části 3. Se zmenšením mezielektrodové mezery 1, tj. při zvětšené hloubce 1 ponoření přitavované části 3 do struskové lázně 4, roste podíl elektrického proudu procházejícího přitavovanou částí 3, což zvětšuje rychlost otavování čelní plochy přitavované části 3 a současně zlepšuje jakost přitavení.

Kromě toho rychlejší natavování čelní plochy přitavované části 3 při její větší hloubce 1 ponoření do struskové lázně 4 se vysvětluje zvětšením styčné plochy povrchu přitavované části 3 s rozehřátou struskovou lázní 4.

Čím více je tedy přitavovaná část 3 ponořena ve struskové lázni 4, tím je její přitavení k tělu odlitku jakostnější.

Avšak při malé mezelektrodové mezeře 1 přechází elektrostruskový postup na obloukový, čímž se hloubka 1 ponoření přitavované části 3 do struskové lázně 4 vymezuje na max. 0,6 hloubky struskové lázně 4.

Při hloubce ponoření přitavované části 3 do struskové lázně 4 menší než 0,2 hloubky struskové lázně se dotýká roztavením tavné elektrody 1 získaná kovová lázeň ještě nenataveného povrchu přitavované části 3 a tím není zajištěno její jakostní přitavení.

Jestliže se na začátku elektrostruskové přetavování vede tavnou elektrodou 1, jejíž průřez je rovný nebo větší než průřez přitavované části 3, pak kapací přenos kovu odtavné elektrody 1 probíhá tak, že kapky přetaveného kovu dopadají na již natavený povrch přitavované části 3 a vytvářejí společnou kovovou lázeň po obvodu přitavované části 3. Takto se dosáhne jakostní stavení přitavované části 3 s tělem odlitku.

Jestliže se naopak použije tavná elektroda 1 s menším průřezem než je průřez přitavované části 3, pak kapky elektrodového kovu dopadají na ještě nenatavený čelní povrch přitavované části 3 a tím není zajištěno její jakostní přitavení.

Dále je popsáno zařízení pro elektrostruskovou výrobu tvarovaných odlitků se současným přitavováním oddělených předem zhotovených částí.

Zařízení pro elektrostruskovou výrobu tvarovaných odlitků obsahuje tavnou elektrodu 1 (obr. 2 a 3), zavedenou do tavicího prostoru chlazeného krystalizátoru 2 a přitavovanou část 3, ponořenou do struskové lázně 4 ze spodu. Tavná elektroda 1 a přitavovaná část 3 jsou připojeny ke zdroji 5 elektrického proudu.

Krystalizátor 2 je usazen na podstavci 6, který má otvor souosý s tavnou elektrodou 1, do něhož se od spodu zavádí přitavovaná část 3. Přitavovaná část 3 se staví na vrchní plošinu ústrojí 7 pro svislý posun, upevněné pod podstavcem 6 na základové desce 8, a které zvedá přitavovanou část 3 do tavicího prostoru krystalizátoru 2. Jako pohon ústrojí 7 pro svislý posun je možné použít jakýkoliv známý pohon, např. elektromechanický, hydraulický, pneumatický, ruční apod.

Vodičem proudu k přitavované části 3 jsou ve vodorovné rovině posuvné elektricky vodivé čelisti 9, jejich pracovní povrch se bezprostředně dotýká povrchu přitavované části 3. Elektricky vodivé čelisti 9 se k přitavované části 3 posouvají posouvacím ústrojím 10 (obr. 2), jsou umístěny mezi dvěma podpěrami 11 a jsou vzájemně přestavitelné ve vodorovné rovině. Posouvací ústrojí 10 může být poháněno jakýmkoliv známým pohonem, jako elektromechanickým, hydraulickým, pneumatickým apod.

Tvarující část podstavce 6 je provedena ze tří dílů 12 (obr. 4). Každý díl 12 se přitlačuje jeden k druhému a k přitavované části 3 pružným přitlačným prvkem 13, který je ustaven mezi vnější čelní plochou dílu 12 a opěrou 14, přemístitelnou v radiálním směru.

Každý díl 12 podstavce 6 může být opatřen teplo odvádějící vložkou 15, která zkracuje montážní dobu zařízení při přechodu výroby tvarovaných odlitků na jiný prů-

188 545

měr přitavované části 2. Výška výměnné teplo odvádějící vložky 15 se nejméně rovná polo-měru přitavované části 2.

Když je výška výměnných teploodvádějících vložek 15, která se dotýká přitavované části 2, menší než poloměr přitavované části 2, pak se na začátku výroby stěny přitavované části 2 propálí a tekutá struska a kov vytékají. Tato skutečnost se vysvětluje nedosta-tečným odváděním tepla od přitavované části 2, která se tím roztavuje a její stěny se pod výměnnými teploodvádějícími vložkami 15 propalují.

Dělicí plochy 16 (obr. 3) dílů 12 podstavce 6 a výměnných teplo odvádějících vložek 15 jsou stupňovitá pro zabránění vytékání roztavené strusky a kovu na začátku výroby.

Toto konstrukční řešení je zdůvodněno tím, že rozehrátá přitavovaná část 2 se tepel-ně rozšíří, tím se rozevřou oddělené díly 12 a výměnné teplo odvádějící vložky 15 pod-stavce 6 a vzniknou štěrby, do kterých může vytéct tekutá struska a kov na začátku vý-roby. Dělicí plochy 16 dílů 12 a výměnných vložek 15 podstavce 6, které jsou vytvořeny stupňovitě, zabranují vytékání strusky a kovu.

Zařízení pracuje takto:

K odděleným dílům 12 podstavce 6 se připevní výměnné teplo odvádějící vložky 15, jejichž rozměry odpovídají rozměru do nich upevňované přitavované části 2. Pritavovaná část 2 se ústrojím 7 pro svislý posun zvedne do tavícího prostoru krystalizátoru 2 do výšky rovné 0,2 až 0,6 hloubky struskové lázně 4. Posouvacím ústrojím 10 se k přitavované části 2 přitlačí a ustaví do pracovní polohy elektricky vodivé čelisti 9. Pružným pří-tlačným prvkem 13 se odstraní mezera mezi přitavovanou částí 2 a stěnami výměnných teplo odvádějících vložek 15. Potom se ustaví novou chlazený krystalizátor 2 na podstavec 6, vytvoří se strusková lázeň 4 a začne elektrostrusková výroba přetavováním tavné elektrody 1 ve struskové lázni 4 působením elektrického proudu. Ohřáté přitavované části 2 způsobí její tepelné rozšíření, které zachytí pružný přitlačný prvek 13 a tím se podstavec 6 krystalizátoru 2 nedeformuje.

Dále je uvedeno několik příkladů elektrostruskové výroby tvarovaných odlitků se sou-časným přitavením oddělených částí podle nahoře uvedené technologie.

Zkoumání vlivu velikosti hloubky ponoření přitavované části 2 do struskové lázně 4 a poměru průřezu tavné elektrody 1 k průřezu přitavované části 2 na jakost jejího přita-vení se provádělo jak na zkušebním laboratorním zařízení, tak i ve výrobě.

Přitavované části 2 byly zhotoveny z vývalků. Jakost přitavení se hodnotila na makro-výbrusech a též nerozrušitelnými kontrolními postupy, jako gamma prozařováním a ultrazvu-kovou kontrolou.

Z rozboru těchto výsledků vyplývá, že jakostní přitavení je zajištěno tehdy, když na začátku elektrostruskové přitavované část je ponořena do struskové lázně do 0,2 až 0,6 její hloubky a použije-li současně tavná elektroda 1 o průřezu, který není menší než

průřez přitavované části.

Na výrobním zařízení pro elektrostruskovou výrobu tvarovaných odlitků popsáním postupem byla vyrobena zkušebně - průmyslová dávka, okolo 200 kusů, polotovarů vík a tělesům armatury pro atomová energetická zařízení. U všech byla provedena kontrola jakosti oblastí matavení přitavované části a základního kovu odlitku a to nerozrušujícím kontrolním postupem.

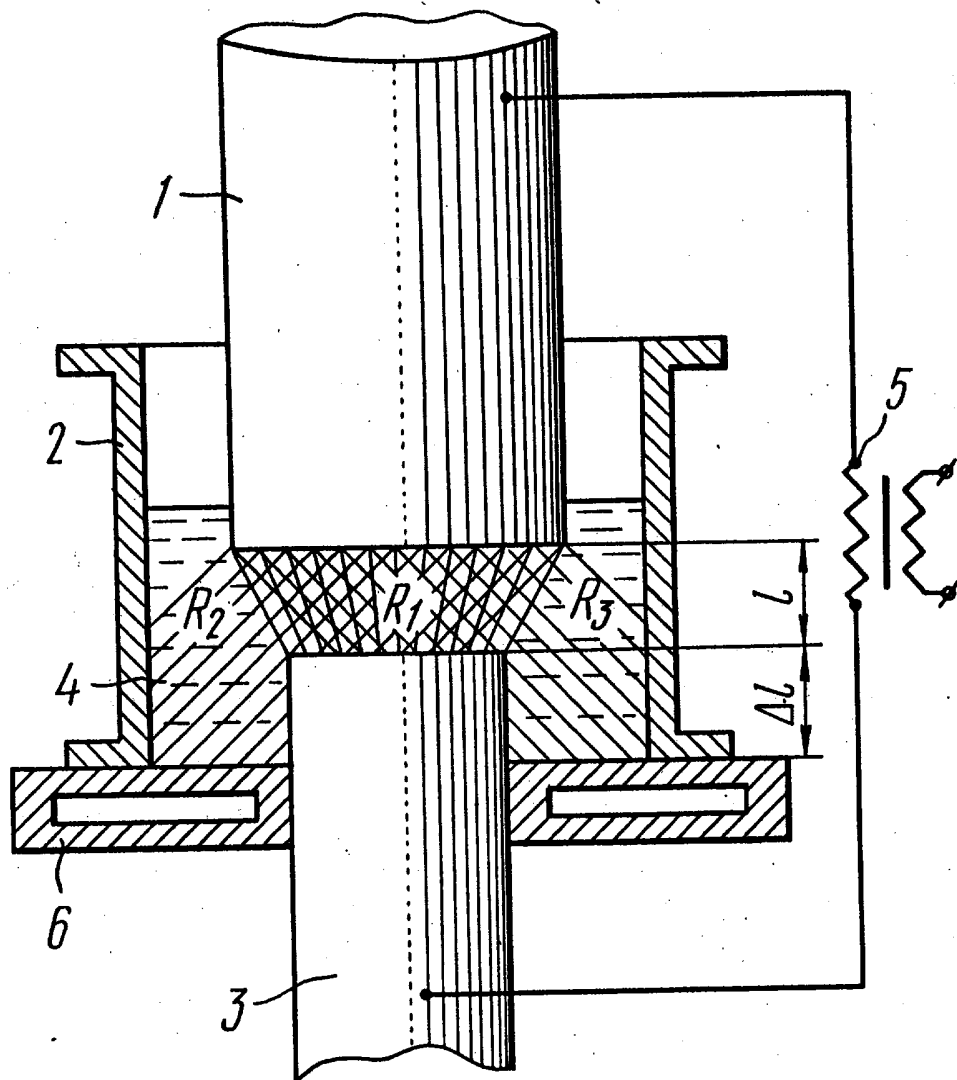
Bylo zjištěno, že jakost přitavení je u všech odlitků dobrá a nebyly shledány vady v podobě párů, trhlin, neslitých míst apod.

Z rozboru získaných výsledků je zřejmé, že úroveň mechanických vlastností a vrubová houževnatost kovu v přechodové části a odlitého kovu elektrostruskovým přetavením jsou izotropní a odpovídají analogickým vlastnostem vývalku podle vzorků, vyřazených podél vláken válcování.

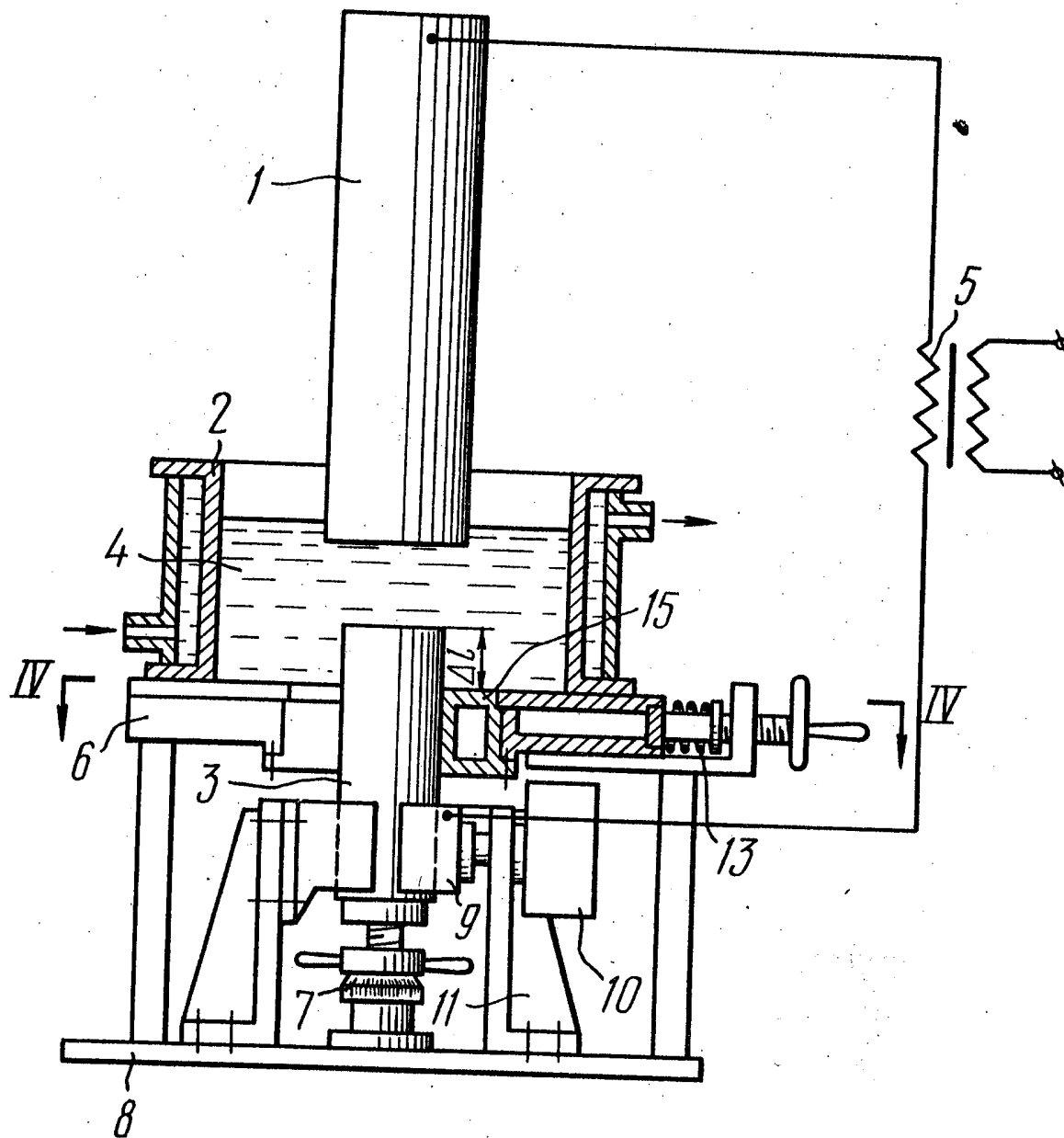
Zkušební tavby na průmyslovém zařízení pro elektrostruskovou výrobu potvrdily spolehlivost, jednoduchost obsluhy, odstranění pozorovatelných deformací podstavce krystalisátoru a jiných konstrukčních částí zařízení.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

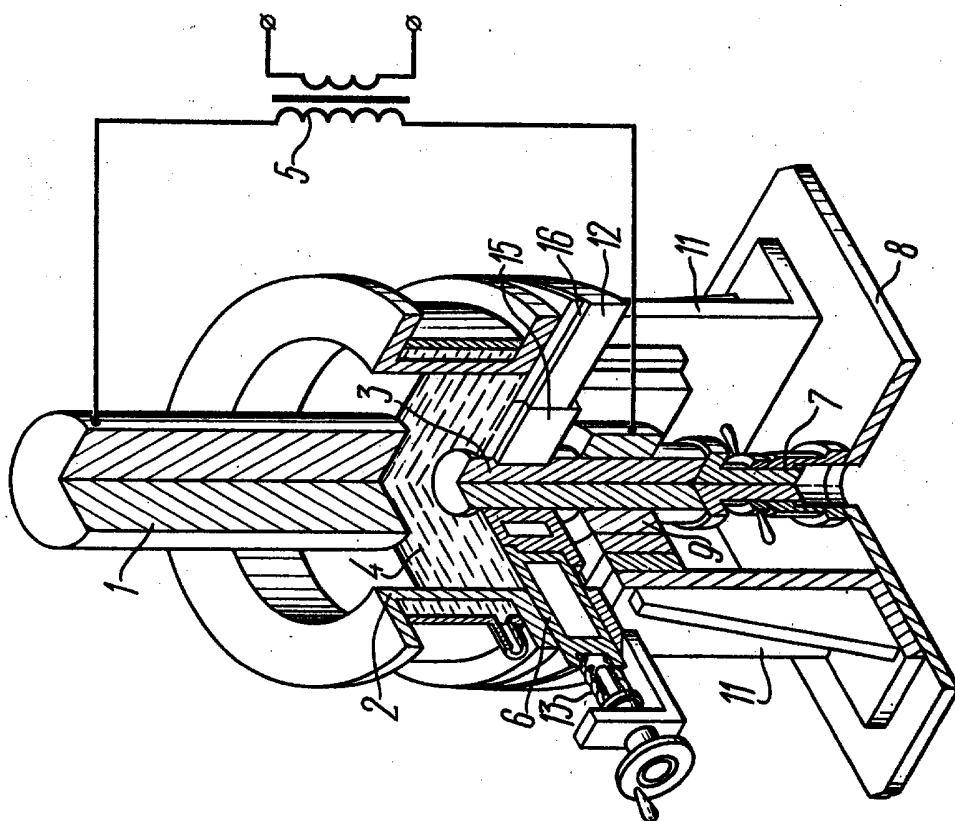
1. Způsob elektrostruskové výroby tvarovaných odlitků s roztavováním tavné elektrody ve struskové lázni působením elektrického proudu a s přitavováním předem zhotovené části, vyznačený tím, že se hloubka ponoření přitavované části udržuje v rozmezí 0,2 až 0,6 hloubky struskové lázně.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, v němž nejméně část podstavce krystalisátoru je provedena z děkolika dílů, spojených podél svislých ploch a ve vytvořeném otvoru je umístěna přitavovaná část, která vyčnívá z podstavce krystalisátoru a je spojena se zdrojem elektrického proudu přes elektricky vodivé čelisti, vyznačené tím, že díly (12) podstavce (6) jsou přitlačeny pružnými přitlačnými prvky (13) k přitavované části (3) a elektricky vodivé čelisti (9) jsou posuvně ve vodorovné rovině a jsou spojeny s posouvacím ústrojím (10).



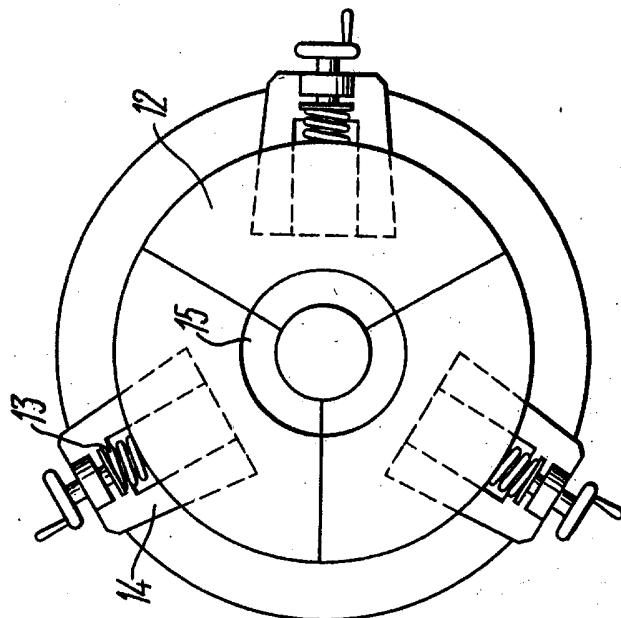
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4