

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) (B1)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(61)
(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 04 03 80
(21) PV 1483 - 80

(51) Int. Cl.³ F 27 D 11/10
// F 27 D 11/08

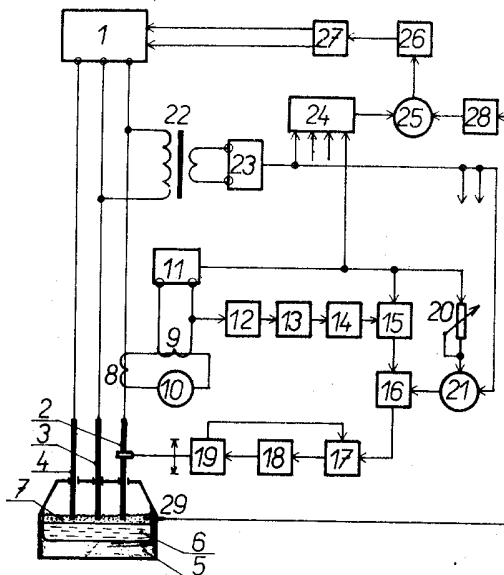
(40) Zveřejněno 15 09 81
(45) Vydáno 01 05 84

(75)
Autor vynálezu HAVRÁNEK VÍTĚZSLAV ing.,
PROVÁZEK ZDĚNEK ing.,
BRABEC LUDVÍK, PRAHA

(54) Způsob automatické regulace odporově-obloukových pecí k tavení žárovzdorných materiálů a zapojení k provádění způsobu

Předmětem vynálezu je způsob automatické regulace odporově obloukových pecí k tavení žárovzdorných materiálů, snímáním proudu, sledováním vyšších harmonických kmitočtů a změnou polohy elektrod. Na konstantní hodnotě se udržuje vzdálenost elektrod od hladiny taveniny na základě poměru proudu vyšších harmonických kmitočtů k celkovému proudu procházejícímu elektrodou, přičemž proud je převeden pro snadnější manipulaci na napětí. Předmětem vynálezu je též zapojení sestávající v podstatě z obvodů navazujících na proudové transformátory napojené na jednotlivé přívody elektrod a spojené s akčním členem a z obvodu napěťového transformátoru napojeného mezi dva přívody spojeného s napájecím zdrojem, přičemž tyto obvody jsou navzájem vhodně propojeny.

213 877



Vynález se týká způsobu automatické regulace odporově obloukových pecí k tavení žárovzdorných materiálů snížením proudu, sledováním vyšších harmonických kmitočtů a změnou polohy elektrod, a zapojení k provádění způsobu.

Žárovzdorné materiály získávané tavením se vyznačují záporným teplotním součinitelem odporu a i za velmi vysokých teplot kolem 2300 K, při kterých se suroviny v obloukových pecích taví, má tavenina odpor srovnatelný s odporem elektrického oblouku.

Proto je možno tyto materiály tavit i odporově, tj. průchodem elektrického proudu taveninou mezi elektrodami do ní ponořenými, přičemž teplo se uvolňuje přímo v tavenině, do které se postupně odtavuje vsázka pokrývající hladinu taveniny. Protože tento způsob má četné nevýhody, jako zahliňování taveniny elektrodami, var a rozstříkávání taveniny vznikajícími plyny, značná koroze elektrod, přeskok oblouku při malém ponoření elektrod apod., používá se k tavení žárovzdorných materiálů pecí, podobajících se obloukovým pecím se zakrytým obloukem, v nichž hoří oblouk mezi elektrodami a taveninou, která je zahřívána sálavým teplem oblouku a zároveň Jouleovým teplem vznikajícím průchodem proudu mezi elektrodami a taveninou, která tvoří odpor. U pecí k tavení žárovzdorných materiálů, jak je popsáno např. v čs. autorském osvědčení č. 183.264, však na rozdíl od pecí se zakrytým obloukem, používaných např. pro výrobu karbidu, feroslitin apod., je vrstva vsázky poměrně tenká, takže oblouk nehoří pod vrstvou vsázky, nýbrž v mezerách mezi vrstvou vsázky, které vytvářejí elektrody. Následkem toho se část tepla vyzařovaného obloukem ztrácí do prostoru pece. Množství tepla vyzařovaného obloukem je závislé na proudu a obloukovém napětí, přičemž obloukové napětí je závislé na vzdálenosti elektrody od hladiny taveniny. Čím je vzdálenost menší, tím je obloukové napětí nižší. Aby napětí na oblouku bylo co nejnižší a ztráty tepla do prostoru pece nad vsázkou co nejnižší, je nutno při odporově-obloukovém tavení udržovat vzdálenost čel elektrod od taveniny konstantní a co nejmenší. Celkové napětí mezi elektrodami, tj. napájecí napětí, je součtem napětí oblouků a úbytku napětí vznikajícím na odporu taveniny.

Je známa automatická regulace elektrod obloukových pecí, jejíž podstata spočívá v tom, že se automaticky udržuje proud na konstantní hodnotě změnami vzdálenosti elektrod od hladiny taveniny a napětí na elektrodách se udržuje konstantní nebo se mění podle požadovaného příkonu pece, jak je uvedeno v Technickém naučném slovníku (vydalo SNTL 1963) v dílu III. na str. 295.

Tento způsob regulace je pro tavení žárovzdorných materiálů v odporově-obloukových pecích nevýhodný, protože, jak bylo vpředu uvedeno, se zvětšováním vzdálenosti elektrod od taveniny se zvyšují ztráty tepla sáláním z oblouku do prostoru nad vsázkou.

V čs. autorském osvědčení č. 201 166 je popsán způsob regulace odporově-obloukových pecí k tavení žárovzdorných materiálů, jehož podstata spočívá v tom, že v určitých časových intervalech nastaví dolní čela elektrod do styku s hladinou taveniny a při dosažení nastavených mezních poloh elektrod a podle směru odchylky se automaticky provede založení kmene nebo se změní napájecí napětí elektrod. Dotyk elektrod s hladinou, který je výchozí polohou elektrod a začátkem regulace, znamená přechod, alespoň na určité časové období, na nežádoucí výlučně odporové tavení, o jehož nevýhodách již byla zmínka.

V čs. autorském osvědčení č. 191.814 je uvedeno zapojení k provádění uvedeného způsobu, jehož podstata spočívá v tom, že trojice elektrod připojená přes hlavní spínač se třemi kontakty je připojena přes pomocný spínač se třemi kontakty na svorku zdroje indikačního napětí a na napěťové indikátory dotyku. Při nastavení elektrod na hladinu musí být elektrody odpojeny od napájecího zdroje a tím se tavení přerušuje na dobu, po kterou se elektrody nastavují, což představuje časové ztráty a narušení technologického procesu tavení.

V čs. autorském osvědčení č. 192.643 je popsáno zapojení, jehož podstata spočívá v tom, že výstup transformátoru proudu první elektrody je připojen na vstup frekvenčního indikátoru dotyku, jehož výstup je připojen na první vstup prvního obvodu logického součinu a též na první vstup druhého obvodu logického součinu. Výstup transformátoru proudu druhé elektrody je připojen na vstup prvního proudového indikátoru dotyku, jehož výstup je připojen na druhý vstup prvního obvodu logického součinu. Výstup transformátoru proudu třetí elektrody je připojen na vstup druhého proudového indikátoru dotyku, jehož výstup je připojen na druhý vstup druhého obvodu logického součinu a přitom výstupy obvodů logického součinu jsou připojeny na obvod posuvu elektrod. U tohoto zapojení není sice nutno elektrody zcela odpojovat od napájecího stroje, stačí přepnutí třífázového pecního transformátoru na nižší odbočku napětí, čímž se sníží intenzita tavení a uklidní se hladina taveniny. Nastavení elektrod na hladinu pomocí frekvenčního indikátoru není zcela přesné, protože k hoření oblouku a tím i k výskytu harmonických kmitočtů dochází i při mělkém ponoření elektrody do taveniny, kdy v důsledku velkého přechodového odporu se vytvářejí po stranách oblouky mezi elektrodou a taveninou. Bere se v úvahu pouze přítomnost vyšších harmonických kmitočtů, která neumožňuje určit definovatelnou vzdálenost elektrody od hladiny ani rozlišit ji od ponoření elektrod do taveniny.

Uvedené nevýhody se odstraní nebo podstatně omezí způsobem regulace podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se udržuje na konstantní hodnotě vzdálenost elektrod od hladiny taveniny na základě poměru proudu vyšších harmonických kmitočtů převedeného na napětí k celkovému proudu procházejícímu elektrodou převedenému na napětí. Toho se docílí zapojením podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na každý přívod elektrody od napájecího zdroje je napojen transformátor proudu, na který jsou přes převodník proudu připojeny jednak usměrňovač převodníku proudu, jednak přes horní kmitočtovou propust, střídavý zesilovač a usměrňovač napětí vyšších harmonických analogová dělička. Její výstup je spojen přes stejnosměrný zesilovač, blokovací obvod a regulační převodník s akčním členem, jehož spínače mezi nimi jsou připojeny na druhý vstup blokovacího obvodu. Na výstup z usměrňovače převodníku proudu je připojen jednak přes proměnný odpor proudový sčítací obvod, na jehož výstup je připojen stejnosměrný regulační zesilovač, jednak analogová dělička. Na přívody libovolné dvojice z elektrod je připojen transformátor napětí, na jehož sekundární vinutí jsou připojeny přes usměrňovač napájecího napětí jednak wattmetr, jednak proudové sčítací obvody. Wattmetr je připojen též na výstupy usměrňovačů převodníku proudu a je spojen přes napěťový sčítací obvod, komparátor a spínač s napájecím zdrojem. Na druhý vstup napěťového sčítacího obvodu je připojen stejnosměrný měřicí zesilovač, jehož vstup je spojen s termoelektrickým článkem umístěným v peci.

Způsobem a zapojením podle vynálezu se nastavují elektrody do žádané předem určené vzdálenosti bez ohledu na intenzitu procházejícího proudu a tím se docílí odporově-obloukové tavení bez ponoření elektrod do taveniny a toto se stále udržuje. Přitom regulace umožňuje nastavit a udržovat optimální příkon pece podle požadovaného výkonu.

Příkladné provedení vynálezu je popsáno dále a schematicky znázorněno na připojeném výkrese, který představuje blokové schéma regulačního obvodu.

Na napájecí zdroj 1, kterým může být např. transformátor, indukční regulátor nebo transduktor, jsou připojeny elektrody 2,3,4 umístěné v peci 5 s taveninou 6, na níž během tavení leží postupně se odtavující vrstva vsázky 7. Na každém přívodu k elektrodě 2,3,4 je umístěn transformátor 8 proudu. Pro zjednodušení je znázorněn pouze jeden transformátor 8 proudu a další členy na něj zapojené, popsané dále. Na každý transformátor 8 proudu je přes převodník 9 proudu 5 A/10 V připojen ampérmetr 10 a na převodník 9 proudu je připojen usměrňovač 11 převodníku 9 proudu a dále přes horní kmitočtovou propust 12, střídavý zesilovač 13 a usměrňovač 14 napětí vyšších harmonických analogová dělička 15, jejíž výstup je přes stejnosměrný regulační zesilovač 16, blokovací obvod 17 a regulační převodník 18 spojen s akčním členem 19, určeným k vertikálnímu posuvu elektrody 2 nebo 3 nebo 4 ve zvolených mezních polohách. Spínače mezních poloh akčního členu 19 jsou připojeny na druhý vstup blokovacího obvodu 17. Na výstup usměrňovače 11 převodníku 9 proudu je připojen jednak přes proměnný odpor 20 proudový sčítací obvod 21, na jehož výstup je připojen stejnosměrný regulační zesilovač 16, jednak analogová dělička 15.

Na přívody libovolné dvojice z elektrod 2,3,4 je připojen transformátor 22 napětí, na jehož sekundární vinutí je připojen přes usměrňovač 23 napájecího napětí jednak wattmetr 24, jednak trojice proudových sčítacích obvodů 21. Wattmetr 24 je připojen též na výstupy z trojice usměrňovačů 11 převodníků 9 proudu a je spojen přes napěťový sčítací obvod 25, komparátor 26 a spínač 27 s napájecím zdrojem 1. Na druhý vstup napěťového sčítacího obvodu 25 je připojen stejnosměrný měřicí zesilovač 28, jehož vstup je spojen s termoelektrickým článkem 29 umístěným v peci 5.

Regulace probíhá následovně:

Při obloukovém odtavování vsázky 7 elektrodami 2,3,4 se převádí proud snímaný transformátorem 8 proudu na napětí, takže na výstupu z převodníku 9 proudu je střídavé napětí jednak základního kmitočtu 50 Hz, jednak napětí vyšších harmonických kmitočtů. Při zachování konstantního proudu se při zvětšování vzdálenosti elektrody 2 nebo 3 nebo 4 od hladiny taveniny 6 napětí vyšších harmonických kmitočtů zvětšuje, zatímco napětí základního kmitočtu klesá. Úměrně se tedy mění poměr napětí vyšších harmonických kmitočtů k celkovému napětí. Horní kmitočtová propust 12 potlačuje základní kmitočet a vyšší harmonické kmitočty propouští s velmi malým útlumem. Po zesílení ve střídavém zesilovači 13 a usměrnění v usměrňovači 14 napětí vyšších harmonických se získané stejnosměrné napětí vyšších harmonických dělí v analogové děličce 15 stejnosměrným napětím získaným usměrněním všech harmonických napětí v usměrňovači 11 převodníku 9 proudu. Na výstupu analogové děličky 15 je napětí, jehož polarita a velikost je úměrná vzdálenosti elektrody 2,3,4 od nastavené žádané hodnoty vzhledem k hladině taveniny 6. Tímto

napětím je přes stejnosměrný regulační zesilovač 16, blokovací obvod 17 a regulační převodník 18 ovládán akční člen 19, např. elektromotor nebo hydraulický válec, který pohybuje, dostane-li impuls, příslušnou elektrodou 2,3,4 směrem k hladině nebo od hladiny taveniny 6.

Při ustáleném provozu pece 5, kdy elektrody 2,3,4 jsou v žádané vzdálenosti od hladiny taveniny 6, je na výstupu analogové děličky 15 nulové napětí. Proud z proměnného odporu 20 je stejně velký jako proud z usměrňovače 23 napájecího napětí, ale opačné polarity, takže výstup proudového sčítacího obvodu 21 má nulové napětí a na výstupu stejnosměrného regulačního zesilovače 16 je také nulové napětí a akční člen 19 zůstává v klidu. Příkon pece odpovídá výkonu pece, takže z wattmetru 24 i stejnosměrného měřicího zesilovače 28 napojeného na termoelektrický článek 29 přichází na napětový sčítací obvod 25 napětí stejné velikosti ale opačné polarity. Na výstupu napětového sčítacího obvodu 25 je napětí nulové a nastavené napětí napájecího zdroje 1 se nemění.

Uhoříváním elektrod 2,3,4 se zvětšuje jejich vzdálenost od hladiny taveniny 6, tím roste podíl vyšších harmonických kmitočtů a na výstupu analogové děličky 15 se objeví záporné napětí, které se stejnosměrným regulačním zesilovačem 16 zesílí a uvede v činnost akční člen 19, který posune elektrodu 2, nebo 3, nebo 4 do žádané vzdálenosti od hladiny taveniny 6. Při větším vzdálení elektrod 2,3,4 od hladiny taveniny 6 dojde současně se zvětšením podílu vyšších harmonických kmitočtů k poklesu celkového proudu, proud z proměnného odporu 20 poklesne pod hodnotu proudu z napájecího usměrňovače 23, na výstupu proudového sčítacího obvodu 21 se objeví také záporné napětí a posuv elektrody 2 nebo 3 nebo 4 k hladině taveniny 6 se zrychlí.

Je-li vzdálenost elektrody 2,3,4 od hladiny taveniny 6 kratší než je nastavená, nebo dojde-li výjimečně k ponoření elektrod 2,3,4 do taveniny 6, objeví se na výstupu analogové děličky 15 a tím i stejnosměrného regulačního zesilovače 16 kladné napětí, které uvádí akční člen 19 v činnost tak dlouho, až se elektrody 2,3,4 pohybující se směrem od hladiny taveniny 6 ustaví v nastavené žádané vzdálenosti.

Dojde-li např. při založení vsázky 7 ke zhasnutí oblouku, je na výstupu analogové děličky 15 nulové napětí, proměnným odporem 20 neprochází proud, takže na výstupu proudového sčítacího obvodu 21 je záporné napětí, které působí přes akční člen 19 na posuv elektrody 2,3,4 k hladině taveniny 6 tak dlouho, dokud nezačne opět procházet proud a potom se působením regulace vpředu popsaným postupem nastaví požadovaná vzdálenost elektrody 2,3,4 od hladiny taveniny 6.

Je-li přiváděný příkon nižší než je potřebný k utavení požadovaného množství vsázky 7, dojde k poklesu hladiny taveniny 6 a zvětšení tloušťky vrstvy vsázky 7. Tím dojde i k poklesu teploty, které zjistí termoelektrický článek 29. Na výstupu stejnosměrného měřicího zesilovače 28 je napětí nižší než na výstupu wattmetru 24 a rozdílový signál vyvolá přes komparátor 26 a spínač 27 zvýšení napájecího napětí napájecího zdroje 1. Zvýšením napětí se současně zvýší proud procházející elektrodami 2,3,4, takže stav na výstupu proudového sčítacího obvodu 21 se nezmění a poloha elektrod 2,3,4 zůstane zachována. Zvýšením napětí se zvýší příkon pece 5, zvýšením výstupního napětí wattmetru 24 se vyrovná pokles napětí ze stejnosměrného

měřicího zesilovače 28 a na výstupu napětového sčítacího obvodu 25 je nulový signál.

Pokud je dodávaný příkon větší než potřebný, zvýší se teplota, kterou zjistí termoelektrický článek 29, a tím i napětí na výstupu stejnosměrného měřicího zesilovače 28, na výstupu napětového sčítacího obvodu 25 vznikne rozdílový signál opačné polarity než v předchozím případě a komparátor 26 způsobí přes spínač 27 snížení napájecího napětí a tím i příkon pece.

Při přerušení napájecího proudu, ke kterému přechodně dochází např. při přepínání odbožného transformátoru, je nulové napětí na výstupech analogové děličky 15, usměrňovače 23 napájecího napětí i proměnného odporu 20, takže i na vstupu stejnosměrného regulačního zesilovače 16 je nulové napětí a nastavení elektrod 2,3,4 se po dobu výpadku nemění.

Dosáhne-li akční člen 19 posuvu elektrod 2,3,4 některé nastavené mezní polohy, kterou může být např. koncová poloha držáku elektrody 2,3,4, dojde k zablokování ovládacího signálu pro momentální směr pohybu v blokovacím obvodu 17 a akční člen 19 přestane posouvat elektrody 2,3,4. Blokování je jednosměrné, takže posun v opačném směru je možný i při zablokování. Součástí blokovacího obvodu 17 je zvuková a optická signalizace mezních poloh.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob automatické regulace odporově-obloukových pecí k tavení žárovzdorných materiálů snímáním proudu, sledováním vyšších harmonických kmitočtů a změnou polohy elektrod, vyznačující se tím, že se udržuje na konstantní hodnotě vzdálenost elektrod od hladiny taveniny na základě poměru proudu vyšších harmonických kmitočtů převedeného na napětí k celkovému proudu procházejícímu elektrodou převedenému na napětí.
2. Zapojení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačené tím, že na každý přívod elektrody (2,3,4) od napájecího zdroje (1) je napojen transformátor (8) proudu, na který jsou přes převodník (9) proudu připojeny jednak usměrňovač (11) převodníku (9) proudu, jednak přes horní kmitočtovou propust (12), střídavý zesilovač (13) a usměrňovač (14) napětí vyšších harmonických analogová dělička (15), jejíž výstup je spojen přes stejnosměrný regulační zesilovač (16), blokovací obvod (17) a regulační převodník (18) s akčním členem (19), jehož spínače mezních poloh jsou připojeny na druhý vstup blokovacího obvodu (17), přičemž na výstup z usměrňovače (11) převodníku (9) proudu je připojen jednak přes proměnný odpor (20) proudový sčítací obvod (21), na jehož výstup je připojen stejnosměrný regulační zesilovač (16), jednak analogová dělička (15) a na přívody libovolné dvojice z elektrod (2,3,4) je připojen transformátor (22) napětí, na jehož sekundární vinutí jsou připojeny přes usměrňovač (23) napájecího napětí jednak wattmetr (24), jednak proudové sčítací obvody (21) a wattmetr (24) je připojen též na výstupy usměrňovačů (11) převodníku (9) proudu a je spojen přes napětový sčítací obvod (25) komparátor (26) a spínač (27) s napájecím zdrojem (1) a na druhý vstup napětového sčítacího obvodu (25) je připojen stejnosměrný měřicí zesilovač (28), jehož vstup je spojen s termoelektrickým článkem (29) umístěným v peci (5).

