



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 17.04.1968 (P. 126488)

Pierwszeństwo: 19.04.1967 Węgry

Zgłoszenie ogłoszono: 26.02.1973

Opis patentowy opublikowano: 28.04.1975

Kl. 80b,8/03

MKP C04b 35/10

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej L.

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Magyarovari Timföld — és Műkorandgyár, Ma-
sonnagyaróvár (Węgry)

Sposób wytwarzania wyrobów o małej porowatości i/lub zabarwieniu ze stopu, zawierającego tlenek glinu

1

Wynalazek dotyczy sposobu wytwarzania wyrobów o małej porowatości i/lub zabarwieniu ze stopu, zawierającego tlenek glinu i wytopionego w łukowym piecu elektrycznym. Wytworzone ze stopionego tlenku glinu wyroby odlewnicze, z uwagi na wysoki punkt topnienia zawartych w nich substancji, ich wysoką odporność na ścieranie jak również korozję wysokotemperaturową stopów, są coraz szerzej wykorzystywanym materiałem w budownictwie piecowym.

Wyroby o małej porowatości są stosowane jako materiały konstrukcyjne, jak również materiały wykładzinowe do budowy pieców pracujących w wysokich temperaturach.

Szczególnie jako wewnętrzna wykładzina pieców do wytopu szkła korzystny jest, chemicznie obojętny w stosunku do strumienia stopionego szkła, materiał budulcowy pieców taki, który nie zanieczyszcza pozostającego w kontakcie z nim stopionego szkła.

Wprowadzone do wykładzin piecowych składniki, mające na celu podwyższenie ognioodporności, nie mogą tworzyć z materiałem wykładziny, w temperaturze eksploatacji pieca, ciekłej stopionej masy o viskozie bliskiej viskozie produkowanego w piecu szkła. Warunek ten spełnia na przykład, odlany, wysokoognioodporny materiał zbudowany przeważnie z korundu i kryształów spinelu $MgAl_2O_4$, wytwarzanych ze stopionego tlenku glinu i zawierających 2—10% MgO.

Szeroko rozpowszechnione jest również stosowa-

2

nie stopów, zawierających tlenek glinu, w ogrzewanych do temperatury 1300°C piecach grzewczych, piecach kuźniczych i piecach przetłokowych, jako materiał trzonu (dna) pieca. Stopy te mogą być stosowane jako elementy konstrukcyjne szyn pieca przetłokowego.

W ogólności, przy wyższych temperaturach, reaktywność ognioodpornych wyrobów ze stopów, zawierających tlenek glinu, w stosunku do różnych materiałów wsadowych wprowadzonych do pieca, wzrasta. We wszystkich tych przypadkach powstające na powierzchni wlewków stalowych, tlenki żelaza FeO , Fe_2O_3 , jak również Fe_3O_4 , są przyczyną szybkiego niszczenia się wyrobów ze stopów zawierających tlenek glinu.

Dlatego też ognioodporność wyrobów powinna być ulepszona poprzez dodatki podwyższające ich punkt topnienia. Uzyskuje się to poprzez wytwarzanie wyrobów zawierających obok tlenku glinu duże ilości MgO. Wiadomo, że odporność wyrobów zawierających tlenek glinu i o wyższej zawartości MgO 25—45%, (wyroby spinelowe) na korozję chemiczną jak również ich ognioodporność wzrasta wraz ze wzrostem ilości MgO w wyrobie, w kierunku wyższych temperatur. Wytrzymałość wyrobów ze stopów, zawierających tlenek glinu i posiadających wyższą zawartość MgO, na wstrząsy termiczne jest na ogół biorąc dosyć niekorzystna, z uwagi na silny wzrost wartości wydłużenia cieplnego, powodowany zawartością MgO.

W celu przedłużenia kampanii pieca, jak również w celu podwyższenia odporności przeciwko bardzo różnym, występującym w piecach przemysłowych obciążeniom (wysoka temperatura, erozja, działanie chemiczne, oddzielanie, uderzenie temperaturowe i inne) rozwijana jest, na przestrzeni ostatnich trzydziestu lat, przez producentów wyrobów ognioodpornych dość zróżnicowana w zależności od potrzeb użytkownika produkcja odlewanych wyrobów ze stopów zawierających tlenek glinu.

Aby stworzyć podstawy dla spełnienia wymogów ruchowych jakie są stawiane wyrobom ze stopów zawierających tlenek glinu i aby móc spełnić zróżnicowane życzenia odbiorców odnośnie ich jakości, zaproponowano wprowadzenie do stopów zawierających tlenek glinu różnych składników.

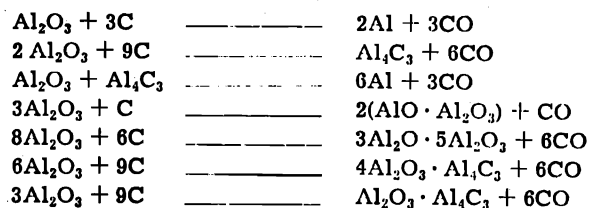
Najczęściej stosowanymi składnikami są: MgO , SiO_2 , Na_2O , Cr_2O_3 , ZrO_2 , B_2O_3 i TiO_2 .

Własności glinowo-tlenkowych wyrobów ze stopów tlenku glinu, zawierających wspomniane składniki mogą być, poprzez dobór odpowiednich składników, zmieniane w daleko szerszych granicach, niż własności wyrobów ze stopów zawierających praktycznie tylko tlenek glinu. Wymienione składniki nie spełniają roli utleniaczy stopu, wpływają one jedynie na zmianę właściwości stopu w zamierzonym kierunku. Na przykład z Na_2O , zawierającego SiO_2 powstaje faza szklista, która wiąże luźne kryształy wypełniające przestrzeń międzykryształiczną. Stosowanie tych składników umożliwia rozszerzenie zakresu surowców, zawierających tlenek glinu.

Surowce zawierające Al_2O_3 są z reguły zanieczyszczone. Korund Al_2O_3 zawiera domieszki multi-kryształów $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, Cr_2O_3 z zawartą w nich pewną ilością Fe_2O_3 i TiO_2 oraz kryształów $Al_2O_3 \cdot TiO_2$, $FeO \cdot Cr_2O_3$, $FeO \cdot TiO_2$, $2FeO \cdot TiO_2$, $Al_2O_3 \cdot ZrO_2$ oraz spinelu Al_2O_3 i MgO .

Obecne w stopie, zawierającym tlenek glinu zanieczyszczenia oraz składniki wprowadzone celem nadania wyrobom odpowiednich właściwości, czyli wszystkie składniki zawierające tlen są przyczyną porowatości, powstawania zabarwionych warstw w wyrobach, wytwarzanych z tego stopu, jak również mogą być przyczyną występowania szkodliwych zjawisk ubocznych w czasie ich eksploatacji. Porowatość ta wynika z reakcji, które przebiegają między zawierającymi tlen składnikami stopu a węglem z elektrod pieca łukowego.

Jako rezultat różnych możliwych reakcji pomiędzy węglem a stopem zawierającym tlenek glinu, na przykład:



powstają we wnętrzu odlanych ze stopów wyrobów aż do momentu całkowitego ich zestalania się gazy i pary. Podobne reakcje możliwe są również w przypadku obecności tlenków, stanowiących zanieczyszczenia tlenku glinowego, lub wprowadzonych do stopu w jakikolwiek inny sposób, na przykład:



Gazy powstałe w ten sposób, jak również gazy i pary rozpuszczone w stopie, są przyczyną powstawania w tężejących odlanych wyrobach pęcherzy, pomiędzy rosnącymi kryształami w fazie stopionej, które są przyczyną porowatości wyrobów. Ta porowatość jest różna dla poszczególnych składników wyrobów i występuje jako spoista siatka porów.

Strumień ciekłego szkła, żużel, jak również inne wytopy i roztwory, wchodzące w kontakt z porowatymi wyrobami ze stopu, zawierającego tlenek glinu wnikają do kanałów porów na głębokość najczęściej kilku centymetrów. Powoduje to zwiększenie się powierzchni styku pomiędzy porowatą strukturą tych wyrobów, użytych jako wykładziny pieców i korodującym wytopem wytwarzanym w piecu. Stwierdzone zostało podwyższone zużywanie się wyrobów o strukturze porowatej w stosunku do wyrobów o strukturze zwartej.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wspomnianych wad wyrobów ze stopu, zawierającego tlenek glinu i opracowanie takiego sposobu wytwarzania tych wyrobów, który zapewnia dokładne usunięcie z nich węgla pochodzącego z materiału elektrody, a jednocześnie otrzymanie wyrobów o małej porowatości i zabarwieniu. Cel ten osiąga się zapewniając zakończenie reakcji między węglem a stopem przed odlaniem i zastygnięciem stopu.

Sposób wytwarzania wyrobów o małej porowatości i/lub zabarwieniu ze stopu, zawierającego tlenek glinu oraz ewentualnie inne składniki takie jak MgO , SiO_2 , Na_2O , Cr_2O_3 , ZrO_2 , B_2O_3 , TiO_2 i zwykle występujące w produktach technicznych zanieczyszczenia wytopionego w łukowym piecu elektrycznym polega na wprowadzeniu do stopu utleniających substancji dodatkowych. Jako utleniające substancje dodatkowe stosuje się zawierające tlen związki kadmu, ołowiu, antymonu i cynku i/lub ich mieszaniny. Utleniające substancje dodatkowe wprowadza się do stopu w ilości 0,5—44,0% wagowych w stosunku do stopu, zawierającego tlenek glinu. Odstęp czasu między wprowadzeniem tych utleniających substancji dodatkowych a odlaniem stopu wynosi 10—120 minut.

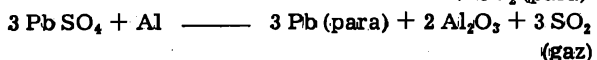
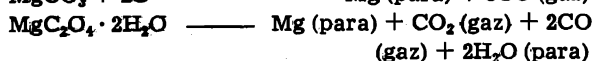
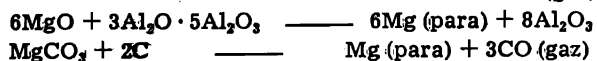
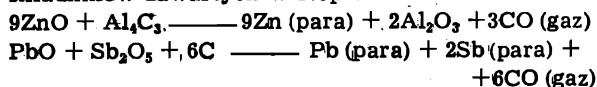
Korzystne jest wprowadzenie utleniających substancji dodatkowych w kolejności ich aktywności termodynamicznej, najpierw wprowadza się najslabiej działające utleniacze, zaś na końcu działające najmocniej.

Wytwarzanie wyrobów o niewielkiej porowatości, lub pozbawionych porowatości jest możliwe tylko ze stopów, w których reakcje między utleniającymi substancjami dodatkowymi i węglem zostały zakończone. Do zakończenia tych reakcji potrzebny jest odpowiedni czas reakcji mieszczący się w wyżej podanych granicach.

Sposób według wynalazku jest wynikiem następującego toku rozumowania. Zawierające tlen związki kadmu, ołowiu, antymonu i cynku i/lub ich mieszaniny w postaci soli nieorganicznych lub organicznych tych metali, ogrzane do temperatury $1500^\circ C$ rozkładają się. Produkty rozkładu dobrze zmieszane ze stopem po wystarczającym okresie działania utleniającego na stop zmniejszają lub

usuwać całkowicie jego porowatość, dzięki czemu wyroby z takiego stopu mają większą zwartość i większy ciężar objętościowy.

Na przykładzie stopu, zawierającego tlenek glinu uzyskanego w łukowym piecu elektrycznym, zanieczyszczonego węglem pochodzącym z węglowych lub grafitowych elektrod, wykazano kilka kolejnych możliwych równań reakcji przy zastosowaniu wyżej wymienionych i przykładowo wybranych utleniających substancji dodatkowych i innych utleniających składników zawartych w stopie.



Z powyższych równań widać, że różne składniki utleniające utleniają skutecznie różne formy węgla, przedostającego się z elektrod łukowego pieca elektrycznego do stopu tlenku glinu. Część produktów reakcji ulatnia się ze stopu w formie gazowej. Powstające w stopie, zawierającym tlenek glinu, redukujące działające produkty glinowe, zostają również utlenione.

W rezultacie przytoczonych, jak również podobnych reakcji, zawartość węgla w stopie, powstającym w łukowym piecu elektrycznym, może zostać do tego stopnia ograniczona, że występujące, podczas wzajemnego oddziaływania tlenku glinu i innych tlenków, wywiązywania się gazu zostaje zahamowane. Stop pozbawiony wywiązyującego się gazu powstaje po odpowiednim zmniejszeniu w nim zawartości węgla, co uzyskać można tylko stosując dostatecznie długi okres działania utleniających substancji dodatkowych, ponieważ przebieg reakcji staje się coraz wolniejszy w miarę wyczerpywania się reagentów.

Okres działania utleniających substancji dodatkowych, powodujący wysokie zmniejszenie zawartości węgla wynosi, w zależności od równomierności ich rozmieszczenia w wytopie 10—120 minut. Okres roztopiania substancji utleniających wynosi, licząc od momentu wprowadzania do pieca, około 10 minut. Jakkolwiek ruchy stopu, powstające na skutek różnicy temperatur i sił elektrodynamicznych, przyspieszają rozdział stopionych substancji utleniających, to jednak niezbędny jest nieco dłuższy okres oddziaływania.

Odlewanie wyrobów ze stopu wykonuje się dopiero po upływie odpowiedniego czasu reakcji, czyli po uspokojeniu wytopu, co następuje w wyniku zakończenia reakcji. Dzięki temu, że omawiane reakcje, w których powstają produkty gazowe są zakończone otrzymany wyrób nie jest porowaty.

Substancje utleniające wprowadzane do stopu zgodnie ze sposobem według wynalazku, przyspieszają znacznie przebieg reakcji utleniania węgla, co umożliwia określenie czasu potrzebnego do całkowitego utlenienia węgla, a w związku z tym uspo-

kojenia się wytopu. W stopach do których nie dodaje się utleniających substancji dodatkowych, czasu uspokojenia stopu nie można określić, ponieważ w związku ze znikomym stężeniem reagentów reakcja utleniania węgla biegnie bardzo wolno.

Należy raz jeszcze podkreślić bardzo istotną różnicę między składnikami, które są wprowadzane tlenkami, ale poprawiają tylko określone właściwości stopu (na przykład tworzenia fazy szklistej) i utleniającymi substancjami dodatkowymi wprowadzanymi do stopu według wynalazku — tlenkami Cd, Pb, Sb i Zn. Te właśnie utleniające substancje dodatkowe zapewniają przebieg reakcji w krótkim czasie i równie szybko zakończenie wydzielania się gazów. Substancje utleniające dodaje się do stopu w nadmiarze w stosunku do obecnych w nim reduktorów i dzięki temu nadmiarowi — przewadze ilościowej jednego z reagentów — czas reakcji ulega skróceniu.

Przez obniżenie stężenia środka działającego obniża się również szybkość reakcji. Dlatego też okres czasu konieczny dla osiągnięcia równowagi reakcji musi być nieco dłuższy. Taki okres czasu zabezpieczony jest dłuższym przebywaniem, w warunkach ruchowych stopu w piecu. Skrócenie okresu działania utleniających substancji dodatkowych możliwe jest tylko poprzez zwiększenie ich stężenia, co może jednak spowodować powstanie wyrobu zupełnie odmiennego rodzaju.

Nadmiar poszczególnych utleniających substancji dodatkowych, pozostający po zakończeniu ich utleniającego działania w materiale wyrobu zmniejsza dodatkowo korozję wyrobów, powodowaną obecnością tlenku żelaza.

Wynalazek objętno dokładnie przykładami, które wyjaśniają bliżej wytwarzanie wyrobów ze stopu zawierającego tlenek glinu sposobem według wynalazku.

Przykład I. Do 3000 kg stopu uzyskanego w łukowym piecu elektrycznym, zawierającego zgodnie z wynikami analitycznymi, 94% wagowych Al_2O_3 , 5% wagowych Na_2O i 1% wagowy zanieczyszczeń — wprowadza się, przez posypywanie powierzchni, 0,5% (to znaczy 15 kg) siarczanu ołowiowego PbSO_4 , przeliczonego na wagę pozostałych składników, jako substancji utleniającej. Po roztopieniu wprowadzonego siarczanu ołowiowego, przeprowadza się stapianie w piecu, a dla zapewnienia właściwego działania substancji utleniającej ogrzewa się stop, przez okres 50 minut, do temperatury 50—150°C powyżej temperatury topienia.

W trakcie tych operacji elektrody grafitowe łukowego pieca elektrycznego nie mogą być zanurzone w stopie, lecz umieszczone w niewielkiej odległości od jego powierzchni. Unika się dzięki temu zbytecznego nadmiernego zużywania się elektrod, powodowanego przez wprowadzoną do stopu substancję utleniającą.

Przykład II. Do wanny piecowej łukowego pieca elektrycznego wprowadza się porcjami zhomogenizowaną mieszkankę składającą się z 68 części wagowych tlenku glinowego Al_2O_3 , 24 części wagowych piasku kwarcowego, zawierającego co najmniej 99,5% wagowych SiO_2 , 1 część wagową zanieczyszczeń oraz 7 części wagowych tlenku cynku

ZnO, stanowiącego utleniającą substancję dodatkową i na bieżąco roztopia. Po roztopieniu ostatniej porcji mieszanki przeprowadza się proces stapiania, a dla zabezpieczenia żadanego działania substancji utleniającej, ogrzewa się całość przez okres 45 minut do temperatury 50—150°C, powyżej punktu topnienia. W celu zapobieżenia stykania się ze stopem, elektrody łukowego pieca elektrycznego w czasie stapiania powinny być nastawione na niewielką odległość od powierzchni wytopu. Unika się dzięki temu zbytecznego, nadmiernego zużywania się elektrod, spowodowanego obecnością w stopie substancji utleniającej.

Przykład III. Do wanny piecowej łukowego pieca elektrycznego wprowadza się porcjami zhomogenizowaną mieszankę składającą się z 78 części wagowych tlenku glinowego Al_2O_3 , 6 części wagowych węgla sodu Na_2CO_3 , 2 części wagowe pozostałych przymieszek zanieczyszczeń, jak również 11 części wagowych magnezytu $MgCO_3$, jako substancji utleniającej. Po roztopieniu ostatniej porcji wsadu wielkopieczowego, dodaje się 3 części wagowe tlenku cynku ZnO.

Po roztopieniu tlenku cynku przeprowadza się stapianie, a w celu zabezpieczenia właściwego działania substancji utleniającej ogrzewa się całość przez okres 40 minut do temperatury 50—150°C powyżej punktu topnienia.

Przykład IV. Do wanny piecowej łukowego pieca elektrycznego wprowadza się zhomogenizowaną mieszankę składającą się z 99,2% wagowych tlenku glinowego Al_2O_3 i 0,8% wagowych octanu ołowiu $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ i na bieżąco roztopia. Po roztopieniu ostatniej porcji mieszanki przeprowadza się stapianie w celu szybszego zmieszania się małej ilości octanu ołowiu oraz zapewnienia jego prawidłowego działania. W celu skutecznego pozbycia się nadmiaru octanu, stop ogrzewa się przez okres 45 minut, licząc od momentu załadowania ostatniej partii wsadu wielkopieczowego, w temperaturze 50—150°C, powyżej punktu topnienia.

W czasie trwania procesu stapiania, elektrody łukowego pieca elektrycznego powinny być nastawiane na niewielką odległość od powierzchni stopu dla uniknięcia styku z nim. Dzięki temu unika się niepotrzebnego, nadmiernego zużywania się elektrod powodowanego obecnością wprowadzonej substancji utleniającej.

Przykład V. Do wanny piecowej łukowego pieca elektrycznego wprowadza się partiami 300 kg tlenku glinowego Al_2O_3 i na bieżąco roztopia, po czym dodaje się, przez posypywanie powierzchni stopu warstwami o grubości 1—2 cm, 700 kg zhomogenizowanej mieszanki składającej się z 384 kg tlenku cynku ZnO, 276 kg tlenku glinowego Al_2O_3 , 17 kg czystego piasku kwarcowego i 23 kg węgla sodu Na_2CO_3 . Następnie w celu zapewnienia właściwego działania substancji utleniającej ogrzewa się całość w temperaturze 50—150°C powyżej temperatury topnienia, przez okres 10 minut licząc od momentu załadowania ostatniej partii mieszanki. W czasie trwania procesu stapiania, elektrody łukowego pieca elektrycznego powinny być nastawione na niewielką odległość od powierzchni stopu dla uniknięcia styku z nim. Dzięki temu unika się zby-

tecznego, nadmiernego zużywania się elektrod powodowanego obecnością substancji utleniającej w stopie.

Przykład VI. Do wanny piecowej łukowego pieca elektrycznego wprowadza się porcjami zhomogenizowaną mieszankę składającą się z 63 części wagowych tlenku glinowego Al_2O_3 , 26 części wagowych tlenku magnezu MgO , i na bieżąco roztopia. Po roztopieniu się ostatniej partii mieszanki dodaje się do pieca mieszaninę składającą się z 7 części wagowych tlenku glinowego Al_2O_3 i 6 części wagowych tlenku cynku ZnO. W celu zapewnienia właściwego działania substancji utleniającej stop ogrzewa się przez okres 15 minut, licząc od momentu roztopienia się ostatniej partii z drugiej dodanej mieszanki, w temperaturze 50—150°C powyżej temperatury topnienia. W czasie trwania procesu stapiania elektrody łukowego pieca elektrycznego powinny znajdować się w położeniu ponad powierzchnią stopu, aby uniknąć styku z nim. Dzięki temu zapobiega się zbytecznemu, nadmiernemu zużywaniu się elektrod, powodowanemu obecnością substancji utleniającej w stopie.

We wszystkich opisanych wyżej przykładach wykonania sposobu wytworzenia wyrobów według wynalazku, zostały przedstawione najstosowniejsze rodzaje utleniających substancji dodatkowych.

Zgodny z wynalazkiem sposób umożliwia zredukowanie porowatości, powodującej zmniejszenie trwałości odlanych ognioodpornych wyrobów do znośnych wymiarów, i/lub obniżenie zabarwienia wyrobów, wywołanego związkami redukującymi. Zmniejszenie porowatości, jak również zredukowanie intensywności zabarwienia wyrobów, powstającego na skutek obecności związków redukcyjnych, wywołuje nie tylko przedłużenie okresu ich użytkowania, lecz wynikają z tego i inne korzyści. Na przykład przedostające się do ciekłego szkła redukujące zanieczyszczenia powodują, na skutek powstawania pęcherzy, wady szkła. Przy stosowaniu wyrobów nieporowatych wytworzonych sposobem według wynalazku jako wykładziny pieca szklarskiego wspomniane wady szkła nie występują.

W celu zilustrowania właściwości wytworzonych sposobem według wynalazku wyrobów można przytoczyć następujące dane porównawcze. Stosując na skalę przemysłową sposób według wynalazku do wyrobu kształtek z korundu wytworzono kształtki o ciężarze właściwym 3,75 g/cm³ przy ogólnej porowatości 2—5% objętościowych. W tych samych warunkach i przy takim samym składzie materiałów wyjściowych, lecz bez wprowadzania substancji utleniających do stopu otrzymano kształtki o ciężarze właściwym 3,20 g/cm³ i porowatości 18—25% objętościowych.

Przytoczone dane wykazują niezbieżność skuteczności wynalazku.

Odporność chemiczna wytworzonych wyrobów w stosunku do poszczególnych związków może zostać również podwyższona, jeżeli przy wyborze odpowiednich substancji utleniających uwzględnione zostaną także warunki stosowania wyrobów.

Dalszą korzystną właściwością wyrobów wytworzonych sposobem według wynalazku jest to, że są one niezabarwione. Na przykład z materiałów

typu Al_2O_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—SiO}_2$ i $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—ZrO}_2$ otrzymuje się wyroby o wybitnie jasnym równomiernym zabarwieniu, podczas kiedy z tych samych materiałów wyjściowych bez stosowania wynalazku wytwarza się wyroby o barwie szarej lub niebieskawej. Zabarwienie to wynika z obecności w zastygłym stopie produktów reakcji.

Zredukowanie zabarwienia wyrobów korundowych poprawia także ich jakość i użyteczność.

Ponadto korzystną okoliczność stanowi podwyższenie temperatury mięknienia szkła zawartego w strukturze wyrobów o około $150\text{—}300^\circ\text{C}$ w porównaniu do wyrobów wytworzonych bez dodawania substancji utleniających według wynalazku.

Dalszą korzystną cechą wynalazku jest możliwość niezawodnego stwierdzenia na drodze chemiczno-analitycznej, czy w wyrobie nie pozostały ślady substancji utleniających się.

W porównaniu z innymi sposobami sposób według wynalazku jest łatwy do prowadzenia i regulacji oraz bezpieczny.

Wszystkie wyroby ze stopu zawierającego tlenek glinu mogą być stosowane na przykład do produkcji kształtek wykładzinowych lub zmielonego materiału ściernego, ewentualnie jako miał korundowy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania wyrobów o małej porowatości i/lub zabarwieniu ze stopu, zawierającego

tlenek glinu oraz ewentualnie inne składniki takie jak MgO , SiO_2 , Na_2O , Cr_2O_3 , ZrO_2 , B_2O_3 , TiO_2 i zwykle występujące w produktach technicznych zanieczyszczenia, wytopionego w łukowym piecu elektrycznym, polegający na wprowadzeniu do stopu utleniających substancji dodatkowych, **znamienny tym**, że jako utleniające substancje dodatkowe stosuje się zawierające tlen związki kadmu, ołowiu, antymonu i cynku i/lub ich mieszaniny, które wprowadza się do stopu w ilości $0,5\text{—}44,0\%$ wagowych w stosunku do stopu zawierającego tlenek glinu, przy czym odstęp czasu między wprowadzeniem tych substancji dodatkowych a odlaniem stopu wynosi $10\text{—}120$ minut.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zapewnia się równomierne rozdzielanie utleniających substancji dodatkowych zawierających tlen, przez mieszanie przed rozpoczęciem ich działania.

3. Sposób według zastrz. 1—2, **znamienny tym**, że do stopu zawierającego tlenek magnezu dodaje się jeszcze co najmniej jeden związek cynku zawierający tlen.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że utleniające substancje dodatkowe wprowadza się w formie związków powstałych z własnych tlenków z innymi, zwłaszcza tlenkami obecnymi w surowcu służącym do wytwarzania wyrobów.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do stopu wprowadza się utleniające substancje dodatkowe w kolejności ich wzrastającej aktywności termodynamicznej.