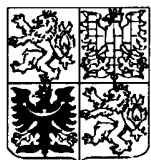


PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **29. 04. 97**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **30.04.96**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **96/640269**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11. 08. 99**
(Věstník č. 8/99)

(86) PCT číslo: **PCT/US97/07153**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 97/41274**

(21) Číslo dokumentu:

3462-98

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁶:

C 23 C 8/06
C 23 C 8/10

(71) Přihlášovatel:

AMERICAN SCIENTIFIC MATERIALS
TECHNOLOGIES, L. P., New York, NY, US;

(72) Původce:

Shustorovich Eugene, Pittsford, NY, US;
Montano Richard, Falls Church, VA, US;
Shustorovich Alexander, Pittsford, NY, US;
Solntsev Konstantin, Moskva, RU;
Myasoedov Sergei, Moskva, RU;
Morgunov Vyacheslav, Moskva, RU;
Chernyavsky Andrei, Dubna, RU;
Buslaev Yuri, Moskva, RU;

(74) Zástupce:

Čermák Karel Dr., Národní 32, Praha 1,
11000;

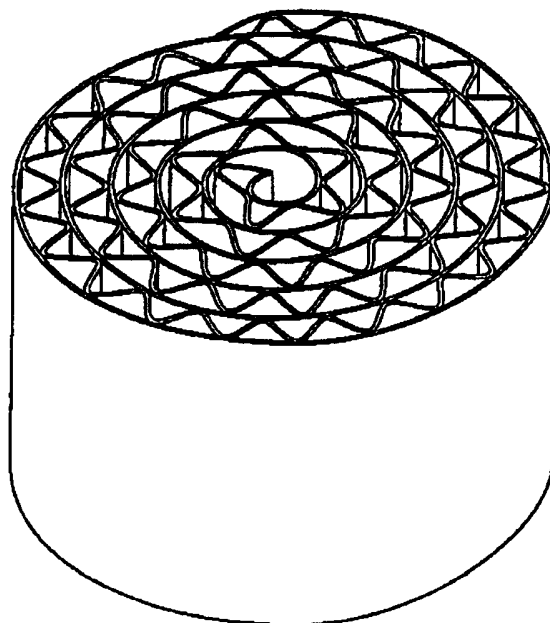
podstatě stejný fyzický tvar, jako
struktura, obsahující kov.

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Tenkostěnné monolitické struktury oxidů
kovů, vyrobené z kovů, a způsoby výroby
těchto struktur**

(57) Anotace:

Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami obsahující větší počet přiléhajících spojených vlnitých vrstev, vytvořených z oxidu kovu, vybraného ze skupiny, obsahující oxidy železa, oxidy niklu, oxidy mědi a oxidy titanu, je získána okysličováním přiléhajících vlnitých kovových vrstev, obsahujících kov, vybraný ze skupiny, obsahující železo, nikl, měď a titan, ohříváním struktury, obsahující kov na teplotu, ležící pod bodem tání kovu. Při způsobu výroby se ohřívá struktura obsahující kov v okysličujícím prostředí při teplotě, ležící pod bodem tání kovu, přičemž se udržuje těsná blízkost kovových povrchových ploch, do dosažení transformace kovu na oxid kovu, kdy struktura oxidu kovu je monolitická a zachovává si v



CZ 3462-98 A3

01-2421-98-Če

Tenkostěnné monolitické struktury oxidů kovů, vyrobené z kovů, a způsoby výroby těchto struktur

Oblast techniky

Vynález se týká monolitických struktur oxidů kovů, vyrobených z kovů, a způsobů výroby takovýchto struktur tepelným zpracováním kovů.

Dosavadní stav techniky

Tenkostěnné struktury, které představují kombinace celé řady tenkostěnných tvarů s mechanickou pevností monolitů, nacházejí celou řadu různých technologických i inženýrských uplatnění.

Typickým uplatněním pro takové materiály bývají rozdělovací zařízení plynného a kapalného proudu, používaná v tepelných výměnících, dále tlumiče výfuku, filtry, katalytické nosiče, používané v různých odvětvích chemického průmyslu a u řízených katalyzátorů výfukových plynů pro motorová vozidla, a podobně.

U mnoha uplatnění potom pracovní prostředí vyžaduje použití takových tenkostěnných struktur, které jsou účinné při zvýšených teplotách a/nebo které mohou pracovat v korozivních prostředích.

Pro takové požadované podmínky byly v dosavadním známém stavu techniky využívány dva typy žáruvzdorných materiálů, a to kovy a keramické materiály. Každý z těchto materiálů však trpí určitými nevýhodami a nedostatky.

Přestože kovy mohou být mechanicky pevné a silné, přičemž je lze poměrně snadno tvarovat do rozličných struktur o různých tloušťkách stěn, bývají obvykle velmi špatnými služebníky v takových prostředích, kde panují zvýšené teploty, nebo kde je korozivní médium (jde zejména o kyselé nebo okysličující prostředí).

Přestože jsou keramické látky schopny odolat požadovaným vysokým teplotám a korozivnímu prostředí mnohem lépe než kovy, jsou mnohem obtížněji tvarovatelné, trpí mnohem nižší pevností v porovnání s kovy, a vyžadují provedení silnějších stěn za účelem kompenzace jejich poměrné slabosti v porovnání s kovy.

A navíc chemické postupy výroby keramických materiálů jsou velmi často škodlivé nebo nebezpečné pro okolní životní prostředí. Takové chemické postupy mohou produkovat toxické přísady či příměsi a odpadní látky.

A navíc velmi často a běžně používané postupy výroby keramických struktur pomocí slinování či spékání práškovitých materiálů jsou velmi obtížnými výrobními procesy, které vyžadují využívání velmi čistých práškovitých materiálů se zrnky o určité velikosti za účelem dosažení požadovaného zahuštění materiálu při vysokých teplotách a tlacích. Výsledkem takového procesu bývají velmi často trhliny či praskliny ve vytvořené struktuře.

Oxidy kovů jsou velmi dobře využitelnými keramickými materiály. Zejména například oxidy železa v jejich vysoce okysličeném stavu, jako jsou hematit neboli krevel ($\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$) a magnetit neboli magnetovec (Fe_3O_4), jsou tepelně velmi stabilní žáruvzdorné materiály.

Hematit neboli krevel je například velmi stabilní ve vzduchu až do teploty, která přesahuje $1\,400^\circ\text{C}$, přičemž bod tání magnetitu neboli magnetovce je $1\,594^\circ\text{C}$. Tyto oxidy železa jsou rovněž chemicky stabilní v typickém kyselém, základním a okysličujícím prostředí.

Oxidy železa jako jsou magnetit či magnetovec a hematit či krevel mají podobnou hustotu, vykazují obdobné koeficienty tepelné roztažnosti, jakož i podobnou mechanickou pevnost. Mechanická pevnost těchto materiálů je mnohem lepší, než je mechanická pevnost keramických materiálů, jako je například kordierit nebo ostatní aluminosilikáty či hlinitokřemičitany.

Hematit a magnetit se vzájemně velmi podstatně liší ve svých magnetických a elektrických vlastnostech. Hematit je prakticky nemagnetický a elektricky nevodivý. Magnetit je na druhé straně feromagnetický při teplotách, které jsou nižší než zhruba 575°C , a je vysoce vodivý (zhruba 10^6 krát více než hematit).

A navíc je jak hematit, tak i magnetit benigní neboli příznivý k okolnímu životnímu prostředí, protože jsou tyto materiály velmi vhodné pro taková uplatnění, kdy jsou důležitá hlediska ochrany životního prostředí nebo zdravotní hlediska. Tyto materiály nemají zejména žádná toxikologická

omezení nebo omezení z hlediska ochrany životního prostředí, stanovená předpisy US OSHA.

Struktury oxidů kovů bývají obvykle vyráběny přípravou směsi práškovitých oxidů kovů (na rozdíl od práškovitých kovů) a zesilovacích vyztužovacích složek, vytvarováním získané hmoty do požadovaného tvaru a poté slinováním nebo spečením práškovitého materiálu do konečné finální struktury.

Tyto výrobní postupy však trpí mnoha nevýhodami a nedostatky, a to včetně těch, které se týkají postupu výroby jiných keramických materiálů. Zejména pak trpí rozměrovými změnami, přičemž obecně vyžadují použití pojiva nebo maziva pro účely slinování nebo spečení práškovitého materiálu, a dále trpí sníženou pórovitostí a zvýšenou náchylností ke smršťování při vysokých slinovacích či spékacích teplotách.

Použití kovových prášků bylo již zmíněno při popise výroby kovových struktur. Avšak vytváření oxidů kovů pomocí slinování či spékání kovových prášků nebylo dosud považováno za žádoucí. Vytváření oxidů kovů během slinování či spékání kovových prášků je skutečně považováno za škodlivý účinek, který je v protikladu k požadovanému vytváření kovových spojů.

„Okysličování a zejména reakce kovů a neokysličených keramických materiálů s kyslíkem byla všeobecně považována za nežádoucí znak, kterému má být zabráněno.“ - Concise Encyclopedia of Advanced Ceramic Materials, R.J. Brook, Max-Planck-Institut für Metalforschung, Pergamon Press, strany 124-125 (1991).

V dosavadním známém stavu techniky bylo nemyslitelné a neakceptovatelné používat ocelových výchozích materiálů pro výrobu jednotných struktur oxidů železa, a to ani částečně, neboť oxidace byla u dosavadních známých postupů nedokončená. A navíc povrchové vrstvy oxidů železa, vytvářené při dosud známých postupech se velmi často odlupovaly od ocelové hmoty.

Tepelné zpracovávání ocelí bylo rovněž velmi často nazýváno žíháním. Přestože jsou žíhací procedury velmi rozličné, přičemž mohou velmi silně modifikovat nebo dokonce zlepšit některé vlastnosti oceli, dochází při žíhání pouze k nepatrným změnám v chemickém složení oceli.

Při zvýšených teplotách za přítomnosti kyslíku, zejména ve vzduchu, může být částečně okysličován uhlík a nízkolegované oceli, avšak toto penetrační okysličování bylo všeobecně považováno za škodlivé. Takto částečně okysličená ocel byla považována za neužitečnou a nepoužitelnou, a byl v dosavadním známém stavu techniky charakterizována jako „spálená“, což vedlo k názoru, že „spálená ocel může být jenom zřídka zužitkována a obvykle musí být dána do šrotu.“ „The Making, Shaping and Testing of Steel,“ U.S. Steel, desáté vydání, díl 3, strana 730.

„Žíhání je ... použitelné k odstranění tenkého filmu oxidu z prášků, čímž dochází ke ztrátě lesku při velmi dlouhém skladování nebo při vystavení vlhkému prostředí.“ Metals Handbook, díl 7, strana 182, Powder Metallurgy, ASM (deváté vydání, 1984).

Jeden přístup k výrobě oxidu kovu prostřednictvím okysličování základního kovu je popsán v patentovém spise

US 4 713 360. V tomto patentovém spise je popisováno samonosné keramické těleso, vytvořené okysličováním roztaveného základního kovu do formy polykrystalického materiálu, sestávajícího v podstatě z produktu okysličovací reakce základního kovu s okysličovadlem ve fázi výparů, a případně z jedné nebo z více neokysličených složek základního kovu.

Patentový spis US 4 713 360 dále popisuje, že základní kov a oxidační činidlo zcela zřejmě vytvářejí příhodný polykrystalický produkt okysličovací reakce, který má povrchovou volnou energii ve vzájemném vztahu s roztaveným základním kovem tak, že v určité části teplotní oblasti, ve které je základní kov roztaven, jsou alespoň některé průniky zrn (to jest hranic zrn nebo průniky tří zrn) produktu polykrystalické okysličovací reakce nahrazeny rovinnými nebo lineárními kanály roztaveného kovu.

Struktury, vytvářené v souladu se způsobem, popisovaným v patentovém spise US 4 713 360, vyžadují vytváření roztaveného kovu ještě před okysličováním tohoto kovu. A navíc materiály, vytvářené v souladu s uvedeným procesem, nikterak výrazně nezlepšují pevnost v porovnání se slinovacími nebo spékacími procesy, které jsou známy z dosavadního stavu techniky.

Kovová struktura, která je původně přítomna, nemůže být udržena, neboť kov musí být roztaven za tím účelem, aby se vytvořil oxid kovu. Takže až po vytvoření keramické struktury, jejíž tloušťka není nikterak specifikována, je tato keramická struktura vytvarována do konečného finálního výrobku.

Jiný přístup k výrobě oxidu kovu prostřednictvím okysličováním základního kovu je popsán v patentovém spise US 5 093 178. Tento patentový spis popisuje průtokové rozdělovací zařízení, které může být vyráběno tvarováním průtokového rozdělovacího zařízení z kovového hliníku protlačováním, lisováním nebo navíjením, a jeho následnou přeměnou na hydratovaný oxid hlinitý (Al_2O_3) prostřednictvím anodického okysličování, kdy je pomalu spouštěn dolů do elektrolytické lázně, a jeho následnou konečnou přeměnou na α - oxid hlinitý prostřednictvím tepelného zpracování.

Shora uvedený patentový spis US 5 093 178 se týká nepraktického elektrochemického postupu, který je nákladný a vyžaduje používání velmi silných kyselin, které jsou velmi korozivní, a které jsou škodlivé či nebezpečné pro okolní životní prostředí.

Shora uvedený proces vyžaduje pomalé spouštění struktury do elektrolytu, aby bylo dosahováno čistého povrchu pro okysličování, přičemž umožňuje pouze částečné okysličení. A navíc okysličovací krok procesu podle patentového spisu US 5 093 178 vytváří hydratovaný oxid, který musí být poté dále zpracováván za účelem vyrobení využitelného pracovního tělesa.

A navíc pak popis patentového spisu US 5 093 178 je omezen pouze na zpracování hliníku, přičemž se zde neuvádí, že by tento proces mohl být využitelný i pro železo nebo pro jiné kovy. Viz rovněž „Directed Metal Oxidation,” The Encyclopedia of Advanced Materials, díl 1, strana 641 (Bloor a další, vydáno 1994).

Proto tedy existuje potřeba struktur oxidů kovů, které by měly vysokou pevnost, které by bylo možno účinně, snadno a levně vyrábět takovým výrobním postupem, který je benigní či příznivý k okolnímu životnímu prostředí, a při kterém je možno dosahovat takových žáruvzdorných charakteristik, které jsou vyžadovány pro požadované teploty a chemická prostředí.

Rovněž pak existuje potřeba struktur oxidů kovů, které by byly schopné provozu v požadovaných prostředích, a které by měly celou řadu různých tvarů a tloušťek stěn.

Podstata vynálezu

Ve světle shora uvedeného je úkolem tohoto vynálezu vyvinout strukturu oxidu kovu, která bude mít vysokou pevnost, bude snadno a efektivně vyrobitelná a bude vykazovat takové žáruvzdorné charakteristiky, které jsou vyžadovány pro příslušné vysoké teploty a pro chemická prostředí.

Dalším úkolem tohoto vynálezu je vyvinout strukturu oxidu kovu, která bude schopna provozu v požadovaných prostředích, a která bude moci mít širokou škálu tvarů a tloušťek stěny.

A ještě dalším úkolem tohoto vynálezu je získávat strukturu oxidu kovu přímo ze struktury, obsahující kov, a zachovat v podstatě stejný fyzický tvar kovové struktury.

Těchto a ještě i jiných úkolů tohoto vynálezu je dosaženo prostřednictvím tenkostěnné monolitické struktury oxidu kovu, vyrobené uspořádáním kovové struktury (jako je například ocelová struktura pro železo), obsahující větší

množství povrchových ploch, ležících vzájemně v těsné blízkosti jedna ke druhé, a ohříváním této kovové struktury při teplotě, ležící pod teplotou bodu tání kovu za účelem okysličování struktury a za účelem přímé transformace kovu na oxid kovu tak, že si struktura oxidu kovu zachová v podstatě stejný fyzický tvar, jako kovová struktura.

Výchozí kovová struktura může mít celou řadu různých tvarů a forem, které mohou, avšak nemusejí být monolitické. Měněním parametrů, jako je tvar, velikost, rozměry, uspořádání a obalování kovu, může mít kovová struktura takové příkladné tvary a formy, jako je například vrstvená struktura (taková, jako například takzvaná konstrukce „plochého-vlnitého“ typu nebo „vlnitého-vlnitého“ typu, jak bude podrobněji popsáno v dalším), nebo může vytvářet filtrační materiál, sestávající z většího množství vláken.

U jednoho provedení předmětu tohoto vynálezu je tenkostěnná monolitická struktura oxidu kovu vyráběna uspořádáním kovové struktury, obsahující železo, (jako je například ocelová struktura), a ohříváním kovové struktury, obsahující železo, při teplotě, která leží pod teplotou bodu tání železa, a to za účelem okysličování struktury, obsahující železo, a za účelem přímé transformace železa na hematit, a poté odkysličováním hematitové struktury na magnetitovou strukturu.

Struktury oxidu železa podle tohoto vynálezu mohou být vytvářeny přímo z běžné ocelové struktury, přičemž si v podstatě zachovávají tvar běžné ocelové struktury, ze které byly vyrobeny.

Struktury, obsahující kov, podle tohoto vynálezu mohou rovněž obsahovat jiné kovy, než je železo, a to například takové, jako je měď, nikl nebo titan.

Výraz „kov obsahující struktura“ se vztahuje na struktury, které mohou, avšak nemusejí být monolitické, které jsou vytvarovány nebo vytvořeny z kovů, ze slitin nebo z kombinací kovů, a které mohou sloužit jako výchozí polotovary nebo předlisky pro monolitické struktury oxidu kovu podle tohoto vynálezu.

Kov obsahující struktury podle tohoto vynálezu mohou obsahovat i jiné látky, a to včetně nečistot či přísad, neboť kovy jsou schopny okysličování v souladu s předmětem tohoto vynálezu.

Struktury oxidu kovu podle tohoto vynálezu mohou být využívány ve velmi široké škále jejich možných uplatnění, a to včetně průtokových rozdělovacích zařízení, korozivzdorných součástí automobilového výfukového systému, katalytických nosičů, filtrů, tepelně izolačních materiálů a rovněž zvukově izolačních materiálů.

Struktura oxidu kovu podle tohoto vynálezu, která obsahuje především magnetit, který je magnetický a elektricky vodivý, může být elektricky zahřívána, takže může být využitelná v takových aplikacích, jako je elektricky vyhřívání tepelná izolace, elektrické vyhřívání kapalin a plynů, procházejících skrze kanály, a žhavicí ústrojí, která jsou stabilní na vzduchu.

A navíc mohou být rovněž vyráběny kombinované struktury, využívající jak magnetitu, tak i hematitu. Materiály podle tohoto vynálezu mohou být například zkombinovány do magnetitového výhřevného prvku, obklopeného hematitovou izolací.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude v dalším podrobněji vysvětlen na příkladech jeho provedení, a to s přihlédnutím k připojeným výkresům, kde:

obr. 1 znázorňuje axonometrický pohled na příkladnou kovovou strukturu, vytvarovanou jako válcové průtokové rozdělovací zařízení, která je využitelná jako výchozí materiál pro výrobu struktur oxidu kovu;

obr. 2 znázorňuje pohled v řezu na strukturu oxidu železa, vytvarovanou jako válcové průtokové rozdělovací zařízení;

obr. 3 znázorňuje schematický pohled v řezu na krychlový vzorek struktury oxidu železa, vytvarované jako válcové průtokové rozdělovací zařízení, s vyznačenými souřadnicovými osami a směry působících sil;

obr. 4 znázorňuje půdorysný pohled na příkladnou strukturu podle tohoto vynálezu takzvané „vlnité-vlnité“ konstrukce;

obr. 5 znázorňuje boční pohled na vlnitou vrstvu, která je vhodná pro použití u struktur oxidu kovu podle tohoto vynálezu;

obr. 6 znázorňuje boční pohled na uspořádání, vhodné pro zpracovávání struktur kovu v souladu se způsoby podle tohoto vynálezu; a

obr. 7 znázorňuje axonometrický pohled na strukturu podle tohoto vynálezu, vyobrazenou na obr. 4.

Příklady provedení vynálezu

Vynález se týká přímé transformace materiálů, obsahujících kovy, zejména materiálů, obsahujících železo, jako jsou tenké ploché ocelové fólie, pásy, síťoviny, dráty, plstěné materiály, kovové textilie, jako je vlna a podobně, do monolitických struktur, vyrobených z oxidů kovů, zejména z oxidů železa, jako je hematit, magnetit a jejich kombinace.

Současně podaná patentová přihláška US č. 08/336 587, podaná 9. listopadu 1994 o názvu „Tenkostěnné monolitické struktury z oxidů železa, vyrobené z oceli, a způsoby výroby těchto struktur“ popisuje nové struktury, které mohou být vyrobeny například s pomocí kovových struktur, obsahujících železo, a majících velké množství povrchových ploch, uspořádaných vzájemně velmi blízko jedna ke druhé, a dále ohříváním těchto železo obsahujících kovových struktur v okysličující atmosféře při teplotě nižší, než je teplota tání železa, a to za účelem okysličení železo obsahující struktury a za účelem přímé transformace železa na oxid železa tak, že struktura z oxidu železa si zachová v podstatě tentýž fyzický

tvar jako železo obsahující kovová struktura. Popis této přihlášky vynálezu se zde uvádí ve formě odkazu.

Způsob podle tohoto vynálezu, zaměřený na získávání monolitických struktur oxidů kovů přímým okysličováním kov obsahujících struktur pod jejich bodem tání, může být uplatněn rovněž i u jiných kovů, než je železo, a to například u takových kovů, jako je nikl, měď a titan.

S výhodou bývá kov přeměňován na oxid kovu ve své nejvyšší okysličovací fázi. Přednostní výhodné teploty, jakož i ostatní parametry tepelného zpracování se mohou měnit v závislosti na povaze, vlastnostech a charakteristikách příslušného kovu a jeho struktury, jak je vysvětleno u příkladů 1 až 4 a u příkladu 6.

Tloušťka stěny výchozí struktury, obsahující kov, je velmi důležitá, přednostně bývá volena nižší než zhruba 0,6 mm, výhodněji pak nižší než zhruba 0,3 mm a nejvýhodněji nižší než zhruba 0,1 mm.

Způsob provádění takové přeměny či transformace sestává z vytváření kov obsahující struktury požadovaného strukturálního tvaru s povrchovými plochami v těsné vzájemné blízkosti jedné plochy ke druhé, poté z ohřívání této kov obsahující struktury na teplotu pod bodem tání kovu za účelem vytváření monolitické struktury oxidu kovu, mající v podstatě tentýž tvar jako výchozí struktura, obsahující kov.

K okysličování či oxidaci železo obsahujících struktur s výhodou dochází těsně pod bodem tání železa, což představuje teplotu zhruba 1 536° C. Ke tvorbě hematitových (Fe_2O_3)

struktur dochází s výhodou ve vzduchu při teplotách mezi zhruba 750 a zhruba 1 350° C, výhodněji pak mezi zhruba 800 a zhruba 1 200° C, a nejvýhodněji mezi zhruba 800 a zhruba 950° C.

Bod tání mědi je při teplotě zhruba 1 085° C. K okysličování či oxidaci struktur, obsahujících měď, dochází na vzduchu přednostně při teplotách pod zhruba 1 000° C, s výhodou pak mezi zhruba 800 a zhruba 1 000° C, a nejvýhodněji pak mezi zhruba 900 a zhruba 950° C. Přednostně doporučovaným hlavním oxidem mědi, který bývá vytvářen, je tenorit neboli oxid měďnatý (CuO).

Bod tání niklu je při teplotě zhruba 1 455° C. K okysličování či k oxidaci struktur, obsahujících měď, dochází na vzduchu přednostně při teplotách pod zhruba 1 400° C, s výhodou pak mezi zhruba 900 a zhruba 1 200° C, a nejvýhodněji mezi zhruba 950 a zhruba 1 150° C. Přednostně doporučovaným hlavním oxidem niklu, který bývá vytvářen, je bunsenit neboli oxid nikelnatý (NiO).

Teplota bodu tání titanu činí zhruba 1 660° C. K okysličování či k oxidaci struktur, obsahujících titan, dochází na vzduchu přednostně při teplotách pod zhruba 1 600° C, s výhodou mezi zhruba 900 a zhruba 1 200° C, a nejvýhodněji potom mezi zhruba 900 a zhruba 950° C. Přednostně doporučovaným hlavním oxidem titanu, který bývá vytvářen je rutil neboli oxid titaničitý (TiO₂).

Přestože mohou být magnetitové struktury vytvářeny přímou transformací struktur, obsahujících železo, na magnetitové struktury, bývají tyto magnetitové struktury

výhodněji získávány odkysličováním neboli deoxidací hematitových struktur.

To může být prováděno buď ohříváním na vzduchu na teplotu mezi zhruba 1 420 a zhruba 1 550° C, nebo s výhodou ohříváním v lehkém vakuu, jako je zhruba 0,001 atmosféry, na teplotu mezi zhruba 1 000 a zhruba 1 300° C, a nejvýhodněji pak na teplotu mezi zhruba 1 200 a zhruba 1 250° C.

Vytváření magnetitových struktur ve vakuu je dávana přednost, neboť je tak účinně zabraňováno výraznému opětovnému okysličování magnetitu zpět na hematit, k čemuž může docházet tehdy, jsou-li magnetitové struktury, vyráběné podle tohoto vynálezu, ochlazovány na vzduchu.

Vytváření magnetitových struktur ve vakuu při teplotách pod zhruba 1 400° C je obzvláště výhodné, neboť náklady na energii jsou nižší při nižších provozních teplotách. Způsob podle tohoto vynálezu je jednoduchý, účinný, efektivní a šetrný k okolnímu životnímu prostředí, a to zejména v tom, že nevyžaduje používání žádných toxických látek, ani při něm nedochází k vytváření toxických odpadů.

Jedna z výrazných výhod předmětu tohoto vynálezu spočívá v tom, že pro vytváření struktur z oxidu železa lze využívat relativně levné, hojně rozšířené a běžně dostupné výchozí materiály, jako je například obyčejná nelegovaná ocel, a to například ve formě za studena nebo za tepla válcovaných plechů.

Pro účely této přihlášky vynálezu se obyčejnou nelegovanou ocelí rozumějí slitiny, které obsahují železo a

méně než 2 % hmotnostní uhlíku, a to případně s malým množstvím jiných přísad či příměsí, které lze nalézt v ocelích, a nebo vůbec bez těchto přísad a příměsí.

Obecně lze však říci, že jakákoliv ocel nebo jiný materiál, obsahující železo, který může být okysličován na oxid železa prostřednictvím tepelného zpracování při teplotách těsně pod bodem tání železa, leží v rámci rozsahu ochrany tohoto vynálezu.

Bylo zjištěno, že způsob podle tohoto vynálezu je uplatnitelný pro oceli, které mají široké rozmezí obsahu uhlíku, a to například od zhruba 0,04 do zhruba 2 % hmotnostních. Vhodné pro využití u předmětu tohoto vynálezu jsou zejména oceli s vysokým obsahem uhlíku, jako je například Ruská Ocel 3, a oceli s nízkým obsahem uhlíku, jako je například ocel AISI-SAE 1010.

Ruská Ocel 3 obsahuje více než zhruba 97 % hmotnostních železa, méně než zhruba 2 % hmotnostní uhlíku, a méně než zhruba 1 % hmotnostní jiných chemických prvků (kam patří například zhruba 0,3 až zhruba 0,7 % hmotnostních manganu, zhruba 0,2 až zhruba 0,4 % hmotnostních křemíku, zhruba 0,01 až zhruba 0,05 % hmotnostních fosforu, a zhruba 0,01 až zhruba 0,04 % hmotnostních síry).

Ocel AISI-SAE 1010 obsahuje více než zhruba 99 % hmotnostních železa, zhruba od 0,08 do zhruba 0,13 % hmotnostních uhlíku, zhruba 0,3 až zhruba 0,6 % hmotnostních manganu, zhruba 0,4 % hmotnostních fosforu, a zhruba 0,05 % hmotnostních síry.

Zejména je výhodné, aby bylo maximální množství povrchové plochy struktury vystaveno okysličující atmosféře během ohřívacího procesu za účelem vytváření oxidu kovu. Za účelem zvýšení účinnosti efektivnosti a úplnosti transformace výchozího materiálu, obsahujícího kov, na strukturu oxidu kovu je velmi důležité, aby výchozí struktura měla dostatečně tenkou stěnu, průměr vlákna a podobně.

Je výhodné, aby povrchy výchozí struktury, které mají být okysličovány, měly tloušťku menší než zhruba 0,6 mm, s výhodou pak menší než zhruba 0,3 mm, a nejvýhodněji menší než zhruba 0,1 mm.

Výchozí materiál může mít skutečně jakýkoliv vhodný tvar, který je požadován pro konečné finální výrobky, a to například tvar tenkých fólií, pásek, síťoviny, drátů, plstnatých materiálů, kovových textilií, jako je například kovová vlna a podobně. Vysoký počet kovových povrchů se nachází s výhodou ve vzájemné velmi těsné blízkosti, takže se tyto povrchy mohou během okysličování spojit, a mohou vytvořit monolitickou strukturu oxidu kovu.

Zejména je nutno zdůraznit, že není nutná přítomnost žádných organických nebo neorganických pojiv nebo základních materiálů za účelem udržení tvaru struktury oxidu během provádění způsobu podle tohoto vynálezu, takže s výhodou není nutno žádných takových pojiv či základních materiálů využívat. V důsledku toho je tepelná stabilita, mechanická pevnost, a jednotnost tvaru a tloušťky konečného finálního výrobku mnohem lepší v porovnání s výrobky, které obsahují podobná pojiva.

Obyčejná nelegovaná ocel má měrnou hmotnost zhruba $7,9 \text{ g/cm}^3$, zatímco měrná hmotnost hematitu je zhruba $5,2 \text{ g/cm}^3$, a měrná hmotnost magnetitu je zhruba $5,1 \text{ g/cm}^3$. Jelikož je měrná váha ocelového výchozího materiálu vyšší, než je měrná váha výrobku z oxidu železa, budou stěny struktury z oxidu železa silnější, než stěny výchozí ocelové struktury, jak je doloženo údaji, uvedenými dále v tabulce I pro příklad 1.

Stěna oxidové struktury může mít vnitřní mezery, jejichž šířka je ve vzájemném vztahu z tloušťkou stěny výchozí struktury. Bylo zjištěno, že výchozí struktury se slabšími stěnami mají po okysličení obecně menší vnitřní mezery v porovnání s výchozími strukturami, které mají silnější stěny. Jak je například zřejmé z tabulky 1 u příkladu 1, měla šířka mezery příslušnou velikost $0,04 \text{ mm}$ a $0,015 \text{ mm}$ pro struktury z oxidu železa, vytvořené z fólií o tloušťce $0,1 \text{ mm}$ a $0,025 \text{ mm}$.

Při provádění způsobu podle tohoto vynálezu je možno využívat předběžně vytvarovaných kovových výrobků, jako jsou například fólie, síťoviny, plstnaté výrobky a podobně a/nebo je možno využívat různých kombinací uvedených předběžně vytvarovaných výrobků za účelem vytváření struktur z oxidů kovů, které si udrží v podstatě tentýž tvar a rozměry, jako uvedené předběžně vytvarované výrobky.

A navíc předmět tohoto vynálezu umožňuje, aby byly dvě nebo více struktur z oxidu kovu spojeny do jedné struktury, což dále rozšiřuje rozsah a rozmanitost tvarů a rozměrů, kterých může být dosaženo v souladu s využitím předmětu tohoto vynálezu.

U jednoho výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu je výchozí strukturou válcový ocelový kotouč, vytvarovaný jako průtokové rozdělovací zařízení, jak je znázorněno na obr. 1, které je schopné rozdělovat proud plynu nebo kapaliny na dva nebo více proudů. Takovéto průtokové rozdělovací zařízení může být využito například jako katalyzátor pro automobily.

Takovýto kotouč obvykle sestává z prvního plochého ocelového plechu, ke kterému přiléhá druhý zvlněný ocelový plech, který vytváří trojúhelníkovité buňky, komůrky či oka, přičemž jsou oba tyto plechy spolu vzájemně svinuty, takže vytvářejí kotouč o vhodném průměru. Uvedené svinutí je s výhodou dostatečně těsné, aby došlo k těsné fyzické blízkosti mezi jednotlivými přiléhajícími ocelovými plechy.

Alternativně může uvedený kotouč sestávat ze tří nebo z více přiléhajících plechů, jako je například plochý ocelový plech, ke kterému přiléhá první vlnitý ocelový plech, a ke kterému dále přiléhá ještě druhý vlnitý ocelový plech, přičemž tyto uvedené vlnité ocelové plechy mají rozdílné rozměry svých trojúhelníkovitých buněk, komůrek či ok.

U jiného výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu je výchozí ocelová struktura vytvořena ve tvaru cihlovitého průtokového rozdělovacího zařízení s pravoúhlým obdélníkovým průřezem, jak je znázorněno na obr. 4. Takovéto průtokové rozdělovací zařízení může být rovněž používáno jako katalyzátor pro automobily.

Cihlovitý tvar je tvořen vlnitým ocelovým plechem, jehož rovnoběžné kanálky jsou svinuty pod určitým úhlem vzhledem k

osovému průtoku. Přiléhající ocelové plechy jsou s výhodou uspořádány vzájemně zrcadlovitě, čímž je zabráněno tomu, aby do sebe vzájemně zapadaly.

U jiného výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu je výchozí cihlovitá ocelová struktura vytvořena kovovým plstovitým materiálem. Takováto struktura může být využitelná například pro výrobu objemových filtrů pro plyny a kapaliny.

Rozměry struktur, které mohou být vytvářeny pomocí obecně známých konvenčních keramických procesů, jsou omezené. Naproti tomu však neexistuje žádné podstatné rozměrové omezení pro struktury, vytvářené v souladu s předmětem tohoto vynálezu. Tak například ocelové průtokové rozdělovací zařízení, které je využitelné pro předmět tohoto vynálezu, může mít různé rozměry, které jsou závislé na velikosti pece, na požadavcích na výsledný finální výrobek a na dalších faktorech.

Ocelové průtokové rozdělovací zařízení může mít rozsah rozměrů například od zhruba 50 do zhruba 125 mm v průměru, a od zhruba 35 do zhruba 150 mm výšky. Tloušťka plochých plechů je zhruba 0,025 až zhruba 0,1 mm, přičemž tloušťka vlnitých plechů činí zhruba 0,025 až zhruba 0,3 mm.

Trojúhelníkovité komůrky, vytvářené mezi plochým a vlnitým plechem, mohou být u shora uvedených příkladných průtokových rozdělovacích zařízení vytvořeny tak, aby jejich rozměry vyhovovaly jednotlivým základním charakteristikám, kterým má vyhovovat vytvářená struktura z oxidu železa, a to v závislosti na tloušťce fólie a na konstrukci zařízení (jako

jsou například zubové válce), používaných pro výrobu vlnitých plechů.

Například pro tloušťku fólie od 0,1 do 0,3 mm může mít základna komůrky velikost zhruba 4,0 mm, přičemž výška komůrky může mít velikost zhruba 1,3 mm. Pro fólii o tloušťce od 0,025 do 0,1 mm mohou mít menší komůrky velikost základny od zhruba 1,9 do zhruba 2,2 mm, přičemž výška takovýchto komůrek může mít velikost od zhruba 1,0 do zhruba 1,1 mm.

Alternativně potom pro fólii, jejíž tloušťka má velikost od 0,025 do 0,1 mm, může mít ještě dokonce menší komůrkovitá struktura základnu komůrky o velikosti zhruba od 1,4 do zhruba 1,5 mm, přičemž výška komůrky může mít velikost zhruba od 0,7 do zhruba 0,8 mm. Vlnité plechy, používané pro výrobu polotovarů s otevřenými komůrkami a nebo s uzavřenými komůrkami, mají s výhodou hustotu komůrek od zhruba 250 do zhruba 1 000 cpsi.

Pro různá praktická uplatnění nebo pro různé rozměry pecí se rozměry mohou odlišovat od rozměrů shora uvedených. A navíc v důsledku toho, že spolu mohou být vzájemně spojeny dvě nebo více struktur z oxidu kovu, které využívají způsobu podle předmětu tohoto vynálezu, a to bez jakéhokoliv požadovaného speciálního činidla nebo pojiva a podobně, mohou být tvary a rozměry struktur z oxidu kovu, kterých může být dosahováno s pomocí předmětu tohoto vynálezu, ještě i nadále velmi rozličné.

Okysličující atmosféra musí být vybavena dostatečným příívodem kyslíku, aby byla umožněna transformace železa na oxid železa. Konkrétní množství kyslíku, jeho zdroj,

koncentrace a přívodní rychlost mohou být zvoleny a nastaveny v závislosti na charakteristikách výchozího materiálu, které jsou požadovány pro konečný finální produkt, pro použité zařízení a pro další provozní podrobnosti. Nejjednodušším okysličujícím prostředím je vzduch.

Vystavení obou stran plechové struktury příslušnému okysličování umožňuje, aby k oxidaci docházelo na obou stranách, čímž dochází ke zvyšování účinnosti efektivnosti a stejnorodosti okysličovacího procesu. Aniž bychom se chtěli nějak vázat teorií, lze věřit tomu, že k oxidaci železa ve výchozí struktuře dochází prostřednictvím difuzního mechanismu, pravděpodobněji pak difuzí atomů železa od kovové prostorové mřížky k povrchu, kde oxidují.

Tento mechanismus odpovídá vytváření vnitřní mezery ve struktuře během okysličovacího procesu. Pokud dochází k okysličování z obou stran plechu 10, lze při pohledu na řez danou strukturou pozorovat vnitřní mezeru 20, jak je znázorněno na obr. 2.

Pokud železná struktura obsahuje oblasti, jejichž otevřenost vůči průtoku vzduchu se mění, lze zjistit, že vnitřní mezery jsou v nejvíce otevřených oblastech struktury širší, což znamená, že k oxidaci může docházet na obou stranách struktury, obsahující železo, než je tomu u jiných oblastí této struktury.

V méně otevřených oblastech železné struktury, zejména ve stykových bodech mezi plechy struktury, obsahující železo, bylo zjištěno, že mezery jsou mnohem užší, nebo že dokonce nejsou vůbec viditelné.

A obdobně pak dráty, obsahující železo, mohou vytvářet duté trubice oxidu železa, které mají středovou válcovou dutinu, která je analogická ke vnitřní mezeře, kterou lze zjistit u plechů z oxidu železa.

Struktury, které obsahují měď, nikl a titan, se obecně transformují do svých odpovídajících struktur, obsahujících příslušné oxidy, pouze s vytvářením jenom malých anebo vůbec žádných mezer.

Bylo zjištěno, že prováděním tepelného zpracování, které následuje po počáteční transformaci struktur, obsahujících železo, na struktury, obsahující oxid železa, je možno vytváření mezer řízeně ovládat nebo v podstatě zcela eliminovat, což může vést k daleko jednodušším strukturám, které jsou pevnější a/nebo mají vyšší hustotu, než je tomu u struktur, které obsahují mezery.

Aniž bychom se cítili nějak vázáni teorií, lze věřit tomu, že dodatečné přídavné tepelné zpracování podle tohoto vynálezu může vést ke zdokonalení krystalické struktury materiálu, která může zamezovat tvorbě různých prasklin nebo lomů, a to vše navíc k uzavírání vnitřních mezer.

Pro oxidy železa bylo zjištěno, že mezery či spáry jsou prakticky uzavřeny v případě transformace z hematitu na magnetit, a to s výhodou ve vakuu poblíže teploty bodu tání magnetitu, která je zhruba o 200 až 300° C nižší, než je jeho teplota tání (1 597° C) při normálním atmosférickém tlaku. Tyto spáry či mezery zůstanou uzavřeny i po opětovném okysličení magnetitové struktury na hematitovou strukturu.

Shora uvedené opětovné oksyličení může být například provedeno ohřátím na vzduchu při teplotě zhruba 1 400° C po dobu asi čtyř hodin. Vnitřní spáry či mezery se rovněž zmenšují nebo popřípadě zcela uzavírají v důsledku ohřívání hematitové struktury na vzduchu při teplotách, vhodných pro vytváření magnetitu, s výhodou při teplotách zhruba od 1 400 do zhruba 1 450° C.

Přestože se nechceme nikterak vázat teorií, je možno věřit, že zde rovněž dojde k alespoň nějaké transformaci hematitových struktur na magnetitové struktury, avšak po ochlazení na vzduchu se tyto magnetitové struktury opětovně oksyličí zpět na hematitové struktury, které si zachovají zmenšené či zcela uzavřené štěrbiny.

U výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu je hematitová struktura, která obsahuje spáry, štěrbiny či mezery, tepelně zpracovávána při teplotě blízké teplotě tání magnetitu, která může být zvolena s ohledem na ostatní provozní parametry, jako je například tlak. Při běžném atmosférickém tlaku má tato teplota s výhodou hodnotu zhruba od 1 400° C do zhruba 1 500° C. Ve vakuu má potom tato teplota s výhodou hodnotu zhruba od 1 200 do 1 300° C.

Pro provádění tepelného zpracovávání je možno zvolit a využít jakoukoliv vhodnou a příhodnou atmosféru či prostředí. Doporučovaným výhodným prostředím pro tepelné zpracování s regulací velikosti mezer je lehké vakuum, v němž například panuje tlak o velikosti zhruba 0,001 atmosféry. Při takovémto tlaku má nejvýhodnější teplota velikost zhruba 1 250° C.

Doba ohřívání při regulaci velikosti mezer se může měnit v závislosti na takových faktorech, jako je teplota, konstrukce pece, rychlost proudění vzduchu (kyslíku), a jako je hmotnost, tloušťka, tvar, velikost a otevřený průřez materiálu, který má být zpracováván.

Například pro zpracovávání hematitových plechů nebo vláken o tloušťce zhruba 0,1 mm v lehkém vakuu ve vakuové peci při teplotě zhruba 1 250° C je doporučována ohřívací doba menší než zhruba jeden den, s výhodou potom doba od zhruba pěti do zhruba stodvaceti minut, a nejvýhodněji potom doba mezi zhruba patnácti a zhruba třiceti minutami. Pro velké vzorky a pro nižší ohřívací teploty může být doba ohřívání pochopitelně obvykle delší.

Nadměrnému ohřívání musí být zabráněno, neboť při uplatňovaných vysokých teplotách a velmi nízkých tlacích je odpařovací tlak oxidů železa vysoký a výrazné množství oxidů se může odpařit.

Po tepelném zpracování s řízenou regulací velikosti spár je zpracovávána struktura z oxidu železa s výhodou ochlazována. Je-li to žádoucí, může být celý proces tepelného zpracovávání s řízenou regulací velikosti spár opakován. Avšak tento proces tepelného zpracovávání s řízenou regulací velikosti spár se nedoporučuje provádět více než dvakrát, neboť oxid železa by mohl být popřípadě poškozen nadměrným opakováním uvedeného procesu.

Je-li železo, které má atomovou hmotnost 55,85, okysličováno na hematit (Fe_2O_3), který má molekulovou hmotnost 159,69, nebo na magnetit (Fe_3O_4), který má

molekulovou hmotnost 231,54, je obsah kyslíku, který představuje teoretické navýšení hmotnosti, 30,05 % u hematitu a 27,64 % u magnetitu jako konečného finálního výrobku.

K oxidaci dochází v průběhu času s podstatně se snižující měrou. To znamená, že na začátku je během ohřívacího procesu rychlost okysličování relativně vysoká, avšak jak tento proces pokračuje, rychlost okysličování se podstatně snižuje. To je ve shodě s difuzním okysličovacím mechanismem, ke kterému dochází, jelikož délka difuzní dráhy se s časem pro atomy železa zvyšuje.

Kvantitativní rychlost vytváření hematitu se mění v závislosti na takových faktorech, jako je ohřívací režim, a v závislosti na takových podrobnostech, jako je tvar a konstrukce struktury, obsahující železo, ke kterýmžto podrobnostem patří zejména tloušťka fólie a rozměr komůrky.

Je-li například struktura, obsahující železo, vyrobena z ploché a z vlnité tenké fólie z obyčejné nelegované oceli o tloušťce 0,1 mm, přičemž má tato struktura velké komůrky, jak již bylo shora popsáno, a je-li dále tato struktura ohřívána na teplotu o velikosti zhruba 850° C, pak může během jedné hodiny dojít k okysličení více než 40 % železa. V případě takovéto struktury může být okysličeno více než 60 % železa v průběhu zhruba čtyř hodin, přičemž je však třeba zhruba celkem jednoho sta hodin k tomu, aby došlo k absolutnímu okysličení (v podstatě tedy stoprocentnímu) veškerého množství železa na hematit.

Příměsi či nečistoty, obsažené ve výchozích ocelových strukturách, jako je například fosfor (P), křemík (Si) a

mangan (Mn), mohou vytvářet pevné oxidy, které mohou mírně kontaminovat konečnou finální strukturu z oxidu železa. A dále rovněž využití azbestové izolační vrstvy při provádění způsobu podle tohoto vynálezu může rovněž způsobit, že do struktury z oxidu železa se dostanou určité nečistoty.

Takové faktory, jaké byly právě shora uvedeny, mohou vést k tomu, že skutečné navýšení hmotnosti bude poněkud vyšší, než je teoretické hmotnostní navýšení o velikosti 30,05 % pro vytváření hematitu, a o velikosti 27,64 % pro vytváření magnetitu.

Nekompletní a neúplné okysličení může rovněž vést k navýšení hmotnosti, které bude menší, než je teoretické hmotnostní navýšení o velikosti 30,05 % pro vytváření hematitu, a o velikosti 27,64 % pro vytváření magnetitu.

Rovněž při vytváření magnetitu prostřednictvím odkysličování či deoxidace hematitu pak může kompletní a neúplné odkysličení hematitu vést k tomu, že hmotnostní navýšení bude vyšší, než 27,64 % pro vytváření magnetitu.

Proto z praktických důvodů termíny, jako struktura z oxidu železa, hematitová struktura nebo magnetitová struktura, které jsou zde používány, se týkají příslušných struktur, obsahujících v podstatě oxid železa, hematit nebo magnetit.

Obsah kyslíku a mřížkové spektrum rentgenových paprsků mohou být velmi vhodnými indikátory vytváření struktur z oxidu železa podle tohoto vynálezu ze struktur, obsahujících železo.

V souladu s předmětem tohoto vynálezu pak termín hematitová struktura zahrnuje takové struktury, které jsou při pokojové teplotě v podstatě nemagnetické a v podstatě elektricky nevodivé, a které obsahují více než zhruba 29 % hmotnostních kyslíku.

Typické údaje o mřížkovém spektru rentgenových paprsků pro hematitový prášek jsou uvedeny dále, a to v tabulce IV u příkladu 1.

Termín magnetitová struktura se vztahuje na takové struktury, které jsou při pokojové teplotě magnetické, a které jsou elektricky vodivé, přičemž obsahují zhruba od 27 do zhruba 29 % hmotnostních kyslíku.

Pokud je magnetit vytvářen pomocí odkysličování, to znamená deoxidace hematitu, může být hematit rovněž přítomen v konečné finální struktuře, jak lze seznat například na základě údajů o rentgenových paprscích, uvedených dále v tabulce V u příkladu 2. V závislosti na požadovaných charakteristických vlastnostech a na předpokládaném využití finálního výrobku může být deoxidace prováděna až do té doby, kdy je vytvořen postačující magnetit.

Může být žádoucí dosáhnout stechiometrického obsahu kyslíku v oxidu železa, který je přítomen ve finální struktuře. Toho lze docílit řízením a regulací takových faktorů, jako je ohřívací rychlost, ohřívací teplota, ohřívací doba, průtok vzduchu a tvar výchozí struktury, obsahující železo, stejně jako výběr izolační vrstvy a manipulace s touto izolační vrstvou.

K vytváření hematitu dochází přednostně při ohřívání materiálu z obyčejné nelegované oceli při teplotě menší, než je teplota tání železa (zhruba 1 536° C), s výhodou pak při teplotě menší, než zhruba 1 350° C, a nejvýhodněji dokonce při teplotě od zhruba 750 do zhruba 1 200° C.

U jednoho obzvláště výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu může být obyčejná nelegovaná ocel ohřívána na teplotu mezi zhruba 800 a zhruba 850° C. Doba ohřevu na shora uvedené teploty činí přednostně zhruba 3 až 4 dny.

U jiného výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu může být obyčejná nelegovaná ocel ohřívána na teplotu mezi zhruba 925 a zhruba 975° C, a výhodněji pak na teplotu zhruba 950° C. Doba ohřevu na shora uvedené teploty činí přednostně zhruba tři dny.

U jiného výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu může být obyčejná nelegovaná ocel ohřívána na teplotu mezi zhruba 1 100 a zhruba 1 150° C, a výhodněji pak na teplotu zhruba 1 130° C. Doba ohřevu na shora uvedené teploty činí přednostně zhruba jeden den.

Oxidace při teplotách pod zhruba 700° C může probíhat příliš pomalu, než aby byla praktická v některých případech, přičemž oxidace železa na hematit při teplotách nad zhruba 1 350° C může vyžadovat velmi pečlivou kontrolu za účelem zabránění lokálnímu přehřívání a roztavování v důsledku velmi silné exotermicity oxidační reakce.

Teplota, při níž železo oxiduje na hematit, je naopak závislá na povrchové oblasti získaného výrobku. Například

oxidace při teplotě zhruba od 750 do zhruba 850° C může poskytovat hematitovou strukturu, která má povrchovou oblast BET zhruba čtyřikrát vyšší, než je tomu u struktury, získané při teplotě 1 200° C.

Vhodnou a jednoduchou pecí pro provádění ohřevu je konvenční běžná konvekční pec. Přístup vzduchu je u běžné konvekční pece veden především ode dna nebo od spodní části pece. Elektricky vyhřívané kovové prvky mohou být uplatněny kolem ohřívané struktury tak, aby docházelo k poměrně stejnoměrnému ohřívání celé struktury, a to s výhodou v rámci zhruba 1° C.

Za účelem dosažení poměrně stejnoměrné ohřívací rychlosti zde může být uspořádán elektronický řídicí panel, který může být rovněž nápomocen při dosahování stejnoměrného ohřevu celé struktury.

Výchozí struktura může být umístěna do vnitřku pláště, který může sloužit pro účely fixování vnějších rozměrů dané struktury. Válcový kotouč může být například umístěn do válcové křemenné trubice, která slouží jako plášť. Je-li pak pro výchozí strukturu použito shora uvedeného pláště, je s výhodou mezi vnější povrch výchozí struktury a vnitřní povrch pláště umístěna příslušná izolační vrstva.

Izolačním materiálem izolační vrstvy může být jakýkoliv materiál, který slouží k tomu, aby zabránil přichycení vnějšího povrchu struktury z oxidu železa, vytvářené během okysličovacího procesu, k vnitřnímu povrchu uvedeného pláště. Vhodnými izolačními materiály jsou zejména azbestové a zirkonové fólie. Avšak přednostně je využíváno zirkonových

fólií, které jsou během ohřívacího procesu schopny vytvářet snadno odstranitelný zirkonový prášek (ZrO_2).

Z důvodu snadnější manipulace může být výchozí struktura umístěna do pece nebo do ohřívací oblasti tehdy, pokud je pec ještě chladná. Poté může být pec ohřáta na pracovní teplotu a může být na této teplotě udržována po celou ohřívací dobu.

Alternativně může být pec nebo ohřívací oblast ohřáta na pracovní teplotu, a teprve poté může být výchozí kovová struktura umístěna do ohřívací oblasti, kde setrvá po celou ohřívací dobu.

Rychlost, se kterou je ohřívací oblast vyhřívána na pracovní teplotu, není kritická, a obvykle se mění pouze mírně, a to v závislosti na konstrukci pece. Při vytváření hematitu s použitím konvenční pece při pracovní teplotě o velikosti zhruba 790°C je výhodné, aby byla pec vyhřívána na pracovní teplotu v průběhu období zhruba dvacetičtyř hodin, a to s rychlostí ohřevu přibližně 35°C za hodinu.

Doba pro ohřátí dané struktury (to jest ohřívací období) je závislá na takových faktorech, jako je konstrukce pece, rychlost proudění vzduchu (kyslíku), a dále hmotnost, tloušťka stěny, tvar, velikost a otevřený průřez výchozího materiálu.

Například pro vytváření hematitu z fólie z obyčejné nelegované oceli o tloušťce zhruba 0,1 mm v konvekční peci je potřeba ohřívací doby kratší, než zhruba jeden den, přičemž zejména výhodná je doba od zhruba tří do zhruba pěti hodin,

příčemž jde o ohřívání válcové kotoučové struktury o průměru zhruba 20 mm, o výšce zhruba 15 mm a o hmotnosti zhruba 5 g.

Pro větší vzorky bude ohřívací doba pochopitelně delší. Například pro vytváření hematitu ze shora uvedené fólie z obyčejné nelegované oceli v konvekční peci je pro kotoučovou strukturu o průměru zhruba 95 mm, o výšce zhruba 75 mm a o hmotnosti zhruba 1 000 g doporučována ohřívací doba, která je menší než zhruba deset dní, přičemž je zejména výhodná ohřívací doba zhruba od tří do zhruba pěti dní.

Po ohřátí je struktura ochlazována. S výhodou je vytápění pece vypnuto, načež je struktura jednoduše ponechána uvnitř pece, aby zde vychladla za okolních podmínek po dobu zhruba dvanácti až patnácti hodin. Ochlazování struktury nesmí být příliš rychlé, a to za účelem minimalizace veškerých nepříznivých účinků, které by mohly působit na celistvost a mechanickou pevnost struktury z oxidu železa. Prudkému ochlazení struktury z oxidu železa by mělo být důrazně zabráněno.

Hematitová struktura podle tohoto vynálezu vykazuje výraznou mechanickou pevnost, jak lze vysledovat z tabulky III, z tabulky VI, z tabulky VII a z tabulky VIII, které jsou uvedeny dále v souvislosti s příslušnými příklady.

Pro hematitovou strukturu, která vytváří průtoková rozdělovací zařízení, je obvyklé, že struktury, které mají menší velikosti komůrek a větší tloušťku stěny, vykazují vyšší pevnost. Na základě těchto dvou charakteristik, jak je možno seznat z tabulky III a z tabulky VI, dochází k prvotnímu zvýšení pevnosti na základě velikosti komůrek, a

nikoli na základě tloušťky stěny. Proto jsou tedy hematitové struktury podle tohoto vynálezu zejména výhodné pro použití jako lehká průtoková rozdělovací zařízení, která mají velký otevřený průřez.

Obzvláště velmi výhodným uplatněním monolitů podle tohoto vynálezu je jejich uplatnění ve formě keramických nosičů u katalyzátorů pro motorová vozidla. Běžnou průmyslovou normou pro takový nosič je kordieritové průtokové rozdělovací zařízení s uzavřenými komůrkami, který má bez základního reaktivního nátěru tloušťku stěny zhruba 0,17 mm, otevřený průřez 65 % a vymezenou pevnost na zhruba 0,3 MPa (P.D. Stroom a další, SAE Paper 900500, strany 40 až 41, „Recent Trends in Automotive Emission Control“, SAE, únor 1990).

Jak lze seznat z dále uvedené tabulky I a z tabulky III, může být předmětu tohoto vynálezu využito při výrobě hematitových průtokových rozdělovacích zařízení, která mají slabší stěny (přibližně 0,07 mm) vyšší otevřené průřezy (přibližně 80 %) a dvakrát vyšší vymezenou pevnost (přibližně 0,5 až zhruba 0,7 Mpa) v porovnání s kordieritovými výrobky. S pomocí předmětu tohoto vynálezu lze získat hematitová rozdělovací zařízení, která mají tenké stěny, a to například zhruba od 0,07 do zhruba 0,3 mm.

Za účelem dosažení nezbytné mechanické pevnosti mají keramické nosiče, které zejména obsahují kordierit, uzavřenou konstrukci komůrek. Jak je dále podrobněji vysvětleno, mohou mít nosiče z kovových oxidů podle tohoto vynálezu buď uzavřenou anebo otevřenou komůrkovou konstrukci.

Jelikož konstrukce s otevřenými komůrkami poskytují výhodné průtokové charakteristiky, jako je velká otevřená průřezová oblast a geometrická povrchová oblast na jednotku objemu, což bude podrobněji vysvětleno v dalším popise, jsou takovéto konstrukce výhodné a doporučované pro taková uplatnění, kde jsou shora uvedené charakteristiky žádoucí.

Přednostně doporučovaným způsobem pro vytváření magnetitových struktur podle tohoto vynálezu je takový způsob, který zahrnuje nejprve transformaci struktury, obsahující železo, na hematit, jak již bylo shora popsáno, a který dále zahrnuje odkysličení neboli deoxidaci hematitu na magnetit. Nejjednodušším odkysličovacím neboli deoxidačním prostředím je vzduch.

Alternativním použitelným odkysličovacím prostředím může být dusíkem obohacený vzduch, čistý dusík, nebo jakýkoliv jiný vhodný inertní plyn. Pro provádění daného způsobu může být rovněž využitelné vakuum, neboť v důsledku použití vakua může dojít ke snížení pracovní teploty, požadované k provedení deoxidace. Přítomnost redukčního činidla jako je například oxid uhelnatý (CO), může napomoci při zvýšení účinnosti odkysličovací reakce.

Po okysličení výchozí struktury, obsahující železo, na hematit může být tento hematit odkysličen neboli deoxidován na magnetit, a to ohříváním na vzduchu při teplotě zhruba od 1 350° C do zhruba 1 550° C, nebo s výhodou v lehkém vakuu při nižších teplotách, přednostně zhruba 1 250° C. Doporučovaný výhodný tlak je zhruba 0,001 atmosféry.

Nižší tlaky by mohly výhodně umožnit provádění odkysličování neboli deoxidace při nižších teplotách, avšak tím rovněž i při nežádoucím nižším bodu tání magnetitu. Tavení oxidu kovu by mělo být zabráněno.

Alternativně pak po ohřívání za účelem vytvoření hematitové struktury může být tato hematitová struktura ochlazována tak, až dosáhne pokojové teploty nebo teploty poněkud vyšší tak, jak je požadováno pro praktickou manipulaci s touto strukturou, a to ještě před odkysličením neboli deoxidací hematitu na magnetit. Alternativně však tato hematitová struktura nemusí být před deoxidací na magnetit vůbec ochlazována.

Pro odkysličování neboli deoxidaci hematitu na magnetit pak nejvýhodnější proces představuje zahřívání na teplotu zhruba 1 250° C při tlaku zhruba 0,001 atmosféry, přičemž toto zahřívání je následováno ochlazováním ve vakuu. Během ohřívacího procesu může vakuum poklesnout, takže je poté postupně obnovováno.

Je nutno se domnívat, že k poklesu vakua dochází v důsledku extenzivního vyvíjení kyslíku při transformaci hematitu na magnetit. Okolní kyslík je zpětně odnímán vakuem z provozního prostředí za účelem minimalizace zpětné transformace magnetitu na hematit.

Ohřívací doba, která je postačující k deoxidaci hematitu na magnetit bývá obvykle mnohem kratší, než je doba, která je nezbytná a postačující pro oxidaci původního materiálu na hematit.

Přednostně pro využití hematitových struktur, které byly shora popsány, je ohřívací doba pro deoxidaci magnetitových struktur ve vzduchu při teplotě zhruba 1 450° C menší, než zhruba dvacetčtyři hodin, přičemž je ve většině případů s výhodou ještě menší, než zhruba šest hodin, a to za účelem vytváření struktur, obsahujících vhodný magnetit.

Ohřívací doba menší, než je zhruba jedna hodina, může být v mnoha případech pro deoxidaci na vzduchu postačující. Pro deoxidaci ve vakuu je pak výhodná ohřívací doba ještě kratší.

Při tlaku zhruba 0,001 atmosféry a při teplotě zhruba od 1 000 do 1 050° C pak požadovaná deoxidace s výhodou trvá zhruba pět až šest hodin; při teplotě zhruba 1 200° C trvá deoxidace s výhodou dvě hodiny; při teplotě 1 250° C trvá deoxidace s výhodou zhruba od patnácti minut do jedné hodiny; při teplotě zhruba 1 350° C již zjistíme, že jsou struktury roztaveny. Nejvýhodnější doporučená ohřívací doba pro deoxidaci je zhruba od patnácti do třiceti minut.

Magnetitové struktury mohou být rovněž vytvářeny přímo ze struktur, obsahujících železo, a to ohříváním těchto struktur, obsahujících železo, v okysličujícím prostředí. Za účelem podstatného omezení přítomnosti hematitu v konečném finálním výrobku jsou doporučované pracovní teploty pro přímou transformaci struktur, obsahujících železo, na magnetit ve vzduchu v rozmezí zhruba od 1 350 do 1 500° C.

Jelikož je okysličovací reakce silně exotermická, existuje zde velké nebezpečí, že teplota v určitých místních oblastech by mohla přesáhnout teplotu bodu tání železa, která

činí přibližně 1 536° C, což by mohlo vést k lokálnímu roztavení dané struktury.

Jelikož je odkysličování neboli deoxidace hematitu na magnetit reakcí endotermickou, a to na rozdíl od exotermické reakce při oxidaci oceli na magnetit, je nebezpečí lokálního roztavování minimalizováno tehdy, je-li železo nejprve okysličeno na hematit a poté odkysličeno na magnetit.

Takže výhodnou a přednostně doporučovanou metodou je vytváření magnetitové struktury okysličováním struktury, obsahující železo, na hematitovou strukturu, a to při teplotě nižší, než je zhruba 1 200° C, načež následuje odkysličování hematitu na magnetit.

Tenkostěnné struktury z oxidu železa podle tohoto vynálezu mohou být využívány ve velmi široké škále různých uplatnění. Relativně vysoká otevřená průřezová oblast, které zde může být dosaženo, může způsobit, že finální výrobky lze výhodně využívat jako katalytické nosiče, filtry, tepelně izolační materiály nebo zvukově izolační materiály.

Oxidy železa podle tohoto vynálezu, jako je hematit a magnetit, mohou být využívány v takových uplatněních, jako jsou například:

- plynová a kapalinová průtoková rozdělovací zařízení;
- korozivzdorné součástky automobilových výfukových systémů, jako jsou tlumiče výfuku, katalyzátory výfukových plynů a podobně;

- konstrukční materiály, například pro výrobu trubek, stěn, stropů a podobně;

- filtry, například pro filtrování vody, potravinářských výrobků, léčiv či zdravotnických výrobků, a částic, které mohou být regenerovány pomocí ohřívání;

- tepelně izolační materiály pro vysokoteplotní prostředí (jako jsou například pece) a/nebo pro chemicky korozivní prostředí;

- zvukově izolační materiály.

Oxidy železa podle tohoto vynálezu, které jsou elektricky vodivé, jako je například magnetit, mohou být elektricky ohřívány, takže mohou být využívány jako například elektricky vyhřívaná tepelná izolace, dále mohou být využívány pro elektrické ohřívání kapalin a plynů procházejících kanály, a rovněž jako žhavicí materiály.

A navíc mohou být vyráběny kombinované struktury, které využívají jak magnetitu, tak i hematitu. Pro materiály podle tohoto vynálezu je například možné, aby byl zkombinován magnetitový ohřívací prvek, který by byl obklopen hematitovou izolací.

Zejména velmi výhodnou strukturou, kterou lze získat v souladu s předmětem tohoto vynálezu, je průtokové rozdělovací zařízení z oxidu kovu, které má takzvanou „vlnitou-vlnitou“ konstrukci s otevřenými komůrkami, jak je znázorněno na obr. 4 až obr. 7.

Zde používaný termín rozdělovací zařízení s otevřenými komůrkami znamená takové rozdělovací zařízení, kde některé nebo všechny individuální průtokové proudy jsou ve spojení s ostatními proudy v rámci rozdělovacího zařízení.

Průtokové rozdělovací zařízení s uzavřenými komůrkami se týká takového průtokového rozdělovacího zařízení, kde není žádný individuální průtokový proud ve spojení s žádným jiným průtokovým proudem v rámci tohoto rozdělovacího zařízení.

Takzvaná „vlnitá-vlnitá“ struktura je struktura s otevřenými komůrkami, vytvořená umístěním dvou nebo více vlnitých vrstev vzájemně vedle sebe takovým způsobem, že vzájemné zapadání těchto vrstev do sebe je částečně nebo zcela vyloučeno.

Obecně celá řada těles, jako jsou průtoková rozdělovací zařízení, katalytické nosiče, tlumiče výfuku a podobně, má komůrkovitou strukturu s kanálky, probíhajícími daným tělesem. Komůrky mohou být buď uzavřené nebo otevřené, přičemž kanálky mohou být buď rovnoběžné nebo nerovnoběžné.

Pro požadované prostředí, jako je například prostředí se zvýšenou teplotou nebo okysličující či korozivní prostředí, jsou materiály známých těles obvykle omezeny na žáruvzdorné kovové slitiny a/nebo keramické materiály.

Kovové materiály, používané jako tenké fólie, umožňují vyrábět tělesa velmi rozličných tvarů, kde hustota komůrek a jejich tvary mohou rovněž být velmi rozmanité.

Naopak pro keramické materiály, které jsou běžně vyráběny většinou lisováním a slinováním práškovitých materiálů, je rozmanitost a mnohotvárnost struktur velmi omezena.

Těleso, které má uzavřené komůrky a rovnoběžné kanály, které umožňují pouze osově proudění, je jednoduchým společným monolitickým tělesem, používaným v mnoha již známých konstrukcích. Tyto konstrukce jsou obzvláště vhodné pro lisovací technologie, používané při známé výrobě keramických materiálů.

Pro kovová tělesa je shora uvedená konstrukce s uzavřenými komůrkami a s rovnoběžnými kanálky obvykle realizována společným navíjením dvou různých kovových plechů, z nichž jeden je plochý a jeden je zvlněný. U této konstrukce, která je někdy nazývána jako „plochá-vlnitá“ nebo „vlnitá-plochá“ konstrukce, slouží ploché plechy jednoduše k oddělení vlnitých plechů, kteréžto oddělení je prováděno za tím účelem, aby vzájemně sousedící vlnité plechy nemohly do sebe zapadat, avšak jinak toto oddělení není nutné a způsobuje ve skutečnosti ztráty na oblasti otevřeného průřezu.

V některých případech byl tento shora uvedený problém řešen využitím takzvaných střídavých plechů s rozdílným zvlněním, přičemž zejména může být jeden z těchto plechů částečně plochý a částečně vlnitý.

Bylo zjištěno, že keramická tělesa z oxidu kovu s otevřenými komůrkami mohou být vyráběna podle tohoto vynálezu tak, že se nejprve vytvoří těleso, obsahující kov, které je

opatřeno otevřenými komůrkami, a poté se příslušný kov transformuje na oxid kovu v souladu se zde popsáním způsobem.

Tělesa s otevřenými komůrkami podle tohoto vynálezu nemusí být opatřena plochými plechy, takže mohou sestávat pouze z určitého množství k sobě přiléhajících vlnitých vrstev. Je-li to však požadováno, mohou zde být rovněž přidány doplňkové ploché plechy.

Jedno provedení keramického tělesa podle tohoto vynálezu s takzvanou „vlnitou-vlnitou“ konstrukcí, které je tedy tvořeno vzájemně na sebe přiléhajícími vlnitými vrstvami, mezi nimiž není uspořádána žádná plochá vrstva, je zejména velmi dobře předurčeno pro taková uplatnění, kde je žádoucí snížit hmotnost tělesa (takzvanou objemovou hustotu), a kde je žádoucí provozovat jak axiální, tak i radiální proudění hmoty a tepla, jako je tomu například u katalyzátorů výfukových plynů pro motorová vozidla.

Jiné žádoucí aspekty keramických těles s takzvanou „vlnitou-vlnitou“ konstrukcí podle vynálezu dále zahrnují:

1) dostatečně velkou oblast otevřeného průřezu a geometrickou povrchovou oblast, vedoucí k menší velikosti tělesa a k nižšímu poklesu tlaku, než u uspořádání s uzavřenými komůrkami, které má porovnatelnou hmotnost;

2) pro porovnatelné hmotnosti a otevřené průřezové oblasti může být tloušťka stěny a/nebo hustota komůrek mnohem vyšší, což vede ke zvýšené mechanické pevnosti tělesa s takzvanou „vlnitou-vlnitou“ konstrukcí v porovnání s konstrukcemi, které mají uzavřené komůrky;

3) stejnoměrné rozložení teplot, snižující tepelná napětí během tepelných cyklů, než je tomu u konstrukcí s uzavřenými komůrkami;

4) lepší nanášení základního reaktivního nátěru, neboť u substrátů s uzavřenými komůrkami může nátěrová hmota nežádoucím způsobem zaplnit rohy komůrek, a to zejména v důsledku působení účinku povrchového napětí.

Na obr. 4 je znázorněn půdorysný pohled na výhodné provedení keramické struktury 10 s otevřenými komůrkami podle tohoto vynálezu.

Tato keramická struktura 10 je obzvláště vhodná pro použití jako průtokové rozdělovací zařízení pro rozdělování tekutinového proudu f, který proudí rovnoběžně se stranou 30 struktury 10. Na obr. 4 je znázorněna struktura, jejíž první vlnitá vrstva má vrcholky 40 obecně trojúhelníkovitých komůrek. Tyto komůrky vytvářejí obecně rovnoběžné kanálky, jak je znázorněno rovnoběžným směrem vrcholků 40. Kanálky, které mají vrcholky 40 první vlnité vrstvy, jsou uspořádány pod úhlem α , který svírají s osou f tekutinového proudu.

Druhá vlnitá vrstva, umístěná pod první vlnitou vrstvou, má vrcholky 50 (které jsou na obr. 4 znázorněny čárkovanou čarou) obecně trojúhelníkovitých komůrek. Tyto komůrky vytvářejí obecně rovnoběžné kanálky, jak je znázorněno rovnoběžným směrem vrcholků 50. Kanálky, které mají vrcholky 50 druhé vlnité vrstvy jsou umístěny pod úhlem 2α , který svírají s kanálky, které mají vrcholky 40 první vlnité vrstvy.

Je zcela pochopitelné, že struktura 10 může být opatřena tolika vlnitými kovovými vrstvami, kolik je jich požadováno pro konečný finální výrobek z oxidu kovu, a že na obr. 4 jsou znázorněny pouze dvě vlnité vrstvy za účelem snazšího porozumění.

Je výhodné, aby případné další vlnité vrstvy byly umístěny nad a pod první a druhou vlnitou vrstvou. U jednoho výhodného provedení jsou kanálky ve střídajících se vrstvách umístěny pod úhlem 2α , který spolu vzájemně svírají, i když se toto uspořádání nemusí nutně opakovat pro každou další střídavou vrstvu.

Je možno použít jakéhokoliv vhodného uspořádání, které účinně zabraňuje tomu, aby jednotlivé vlnité vrstvy do sebe vzájemně zapadaly.

Jednotlivé vrstvy vlnitého plechu mohou být vyráběny jakýmkoliv vhodnými způsoby, a to včetně například válcování plochého plechu zubovými válci. Je výhodné používat takových zubových válců, které válcují plochý plech již pod úhlem, který se rovná úhlu α ve výsledné struktuře takzvané „vlnité-vlnité“ konstrukce.

Na obr. 5 je znázorněn boční pohled na vlnitou vrstvu, která je vhodná pro použití u předmětu tohoto vynálezu.

Strany 11 a 12 trojúhelníkovitých komůrek se protínají ve vrcholu 14 a vzájemně spolu svírají úhel θ . Kanálky 13, probíhající rovnoběžně s rovinou, v níž je vyobrazen obr. 5, jsou vytvořeny stranami 11 a 12, a jsou vhodné pro vedení

tekutinového průtoku v takových strukturách, které jsou zobrazeny na obr. 4 a na obr. 7.

Obr. 6 znázorňuje boční pohled na uspořádání, které obsahuje strukturu, která má „vlnitou-vlnitou“ konstrukci, a která je vhodná pro tepelné zpracování podle tohoto vynálezu.

Vlnité kovové plechy 90a, 90b a 90c jsou na sebe naskládány způsobem, který byl již shora popsán, a který je znázorněn na vyobrazení podle obr. 4. Jak již bylo shora řečeno, může být struktura opatřena takovým počtem vrstev vlnitých plechů, jaký je požadován pro konečnou finální strukturu z oxidu kovu, takže může jít například o strukturu se třemi vrstvami, která je znázorněna na obr. 6 jako výhodné provedení.

Horní a spodní ploché kovové plechy 85 jsou příslušně umístěny nad a pod horními a spodními vlnitými plechy. Izolační vrstvy 80, které jsou s výhodou tvořeny azbestovými nebo zirkonovými fóliemi, jsou umístěny nad a pod plochými kovovými plechy 85.

Desky 60 a 70, které s výhodou obsahují oxid hlinitý (Al_2O_3) jsou uloženy nad a pod izolační vrstvy 80 tak, aby vytvářely tlak na strukturu takzvané „vlnité-vlnité“ konstrukce, který by napomáhal tomu, aby povrchy vlnitých vrstev byly vzájemně vůči sobě udržovány v těsné blízkosti.

Bloky (nebo jádra) 75, které s výhodou obsahují oxid hlinitý (Al_2O_3), jsou umístěny mezi horní a spodní izolační vrstvou 80. Tyto bloky 75 mají s výhodou výšku, která je o něco menší, než je výška takzvané „vlnité-vlnité“ struktury,

obsahující kov (a to včetně vlnitých vrstev 90a, 90b, a 90c, a horních a spodních plochých vrstev 85).

Takže bloky 75 slouží k zajišťování pevné výšky konečné finální struktury z oxidu kovu, která má takzvanou „vlnitou-vlnitou“ konstrukci, a to zejména tím, že zabraňují tomu, aby tlak, vyvíjený deskami 60 a 70, mohl způsobovat snížení výšky uvedené „vlnité-vlnité“ struktury tak, že by byla menší, než je výška bloků 75.

Celá struktura, vyobrazená na obr. 6, je konstruována tak, aby mohla být umístěna do prostředí s vysokými teplotami, jako je například pec, a to za účelem transformace kovu ve vrstvách 85, 90a, 90b a 90c na oxid kovu v souladu s předmětem tohoto vynálezu, který je zde popisován.

Obdobná struktura, jako je ta, která je znázorněna na vyobrazení podle obr. 6, může být použita pro kovovou strukturu, vyrobenou s jiným tvarem a s jinými kovovými součástmi. Například filtr z oxidu kovu může být vytvořen z kovových vláken, která jsou umístěna na místo vlnitých vrstev 90a, 90b, 90c do takového uspořádání, které je podobné, jako je uspořádání, vyobrazené na obr. 6. Horní a spodní ploché kovové plechy 85 zde nemusejí být použity, pokud to není výslovně vyžadováno pro konečný finální výrobek.

Na obr. 7 je znázorněn axonometrický pohled na cihlu „vlnité-vlnité“ struktury, znázorněné na obr. 4 a na obr. 6. Opět jsou zde znázorněny pouze dvě vlnité vrstvy jako jednoduché výhodné provedení. Plochý horní plech 15 leží nad

vrcholky 40 první vlnité vrstvy. Plochý spodní plech 16 leží pod žlaby spodní vlnité vrstvy.

Za účelem zabránění vzájemného zapadání do sebe jednotlivých vlnitých vrstev struktury takzvané „vlnité-vlnité“ konstrukce podle tohoto vynálezu jsou přiléhající sousední vrstvy s výhodou na sebe skládány zrcadlovitě, takže kanálky přilehlých sousedních vrstev se vzájemně protínají pod úhlem 2α . Úhel α , který je větší než nula, může mít hodnotu až 45° . Z toho vyplývá, že úhel 2α může mít hodnotu až 90° . Jak je uvedeno dále v příkladu 4, je mechanická pevnost tělesa závislá na velikosti úhlu α .

Jiným parametrem takzvané „vlnité-vlnité“ struktury, který může ovlivňovat její mechanické vlastnosti, je úhel θ trojúhelníkovité komůrky. Tento úhel θ má u rovnostranného trojúhelníku velikost 60° , přičemž však u rovnoramenných trojúhelníků může být menší nebo větší než 60° . Hodnoty úhlu θ větší než 60° , zejména pak kolem 90° , většinou odpovídají tělesům s větší mechanickou pevností, než hodnoty úhlu θ , které jsou menší než 60° .

Vlnité plechy, používané u takzvané „vlnité-vlnité“ konstrukce podle tohoto vynálezu, mají zpravidla trojúhelníkovité komůrky o průřezu rovnostranného nebo rovnoramenného trojúhelníka ($\theta > 60^\circ$), přičemž hustota těchto komůrek bývá zhruba 250 až 1 000 komůrek na čtvereční palec (cpsi).

Tloušťka přednostně využívaných kovových fólií pro „vlnité-vlnité“ struktury podle tohoto vynálezu bývá zhruba od 0,025 do zhruba 0,1 mm. Pro struktury, obsahující železo,

které jsou určeny k použití při výrobě průtokových rozdělovacích zařízení, je doporučovaná tloušťka fólie zhruba 0,038 mm. Pro struktury, které využívají jiných kovů, než je železo, je doporučovaná tloušťka struktury zhruba 0,05 mm.

Za účelem lepší ochrany a z důvodů bezpečnější manipulace s vlnitými vrstvami struktur z oxidu kovu, je výhodné používat vnější horní a spodní vrstvy, které jsou vyrobeny z relativně silnější ploché kovové fólie. V případě struktury, obsahující železo, je především doporučována ocelová fólie o tloušťce zhruba 0,1 mm.

Jak již bylo shora zmíněno, jsou u příkladného doporučovaného provedení předmětu tohoto vynálezu jednotlivé vlnité plechy nastříhány na kusy, které jsou na sebe zrcadlovitě naskládány, takže vytvářejí požadovaný průřez. Pokud jsou těmito naskládanými kusy stejně velké obdélníky, je výsledný průřez v podstatě obdélníkový.

Pokud je to však požadováno, mohou být kusy plechu nařezány nebo vytvarovány tak, že výsledný průřez je kruhový, oválný, nebo má jiný požadovaný tvar, který je poté transformován na oxid kovu. Obecně lze říci, že jakýkoliv požadovaný tvar, kterého lze dosáhnout ve formě tenkostěnného kovového tělesa, může být transformován na keramické těleso v souladu s předmětem tohoto vynálezu.

Jinou alternativou výroby keramických těles takzvané „vlnité-vlnité“ konstrukce požadovaného tvaru je to, že se vyrobí keramické těleso z oxidu kovu s obdélníkovým průřezem

(„cihla“) z vhodného kovového předlisku, načež se poté tato keramická cihla rozřeže na požadovaný tvar.

Například cihla 10, která je vyobrazena na obr. 4 až obr. 7, může být přetransformována na strukturu oxidu kovu, a poté může být rozřezána na válcový tvar, jehož vrchní a spodní část odpovídá stranám 20a a 20b cihly 10. Osa uvedeného válce je rovnoběžná s osou tekutinového proudu f.

Příkladné výhodné podrobnosti a materiálové vlastnosti takzvaných „vlnitých-vlnitých“ těles, jako jsou tato, jsou uvedeny v příkladech 4 a 5. Pro lepší ochranu válcové struktury po rozřezání cihly může být plochý kovový plech navinut kolem obvodu válce a celá struktura může být poté tepelně zpracována v souladu s postupem podle tohoto vynálezu, který je zde popisován, a to za účelem vytvoření monolitické struktury z oxidu kovu.

Bylo rovněž zjištěno, že způsoby podle tohoto vynálezu mohou být využívány pro výrobu jednotných struktur, které mohou sloužit jako filtry. U výhodných provedení předmětu tohoto vynálezu lze získat žáruvzdorné filtry, které mají dostatečnou mechanickou pevnost, rozměrovou stabilitu a schopnost zachycovat jednotlivé rozličné předměty (jako například částice) z proudu tekutiny.

Příkladné filtry, získané na základě tohoto aspektu předmětu tohoto vynálezu mají vysoký pustý objem, s výhodou větší, než zhruba 70 %, a ještě výhodněji pak o velikosti zhruba 80 až zhruba 90 %. Takové filtry mohou být vyráběny například transformací kovových plstěných částic, textilií, vlny a podobně na filtry z oxidu kovu, a to ohříváním v

souladu se zde popisovanými postupy. Jednotlivé drátky, které mohou vytvářet plstěný nebo textilní materiál, mají s výhodou průměr vlákna zhruba od deseti do zhruba sta mikronů.

U výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu pak piliny nebo hobliny, vyrobené z plochých ocelových plechů, například z Ruské Oceli 3, z oceli AISI-SAE 1010 nebo z jiných ocelí, použitých ve slabých fóliích, jak již bylo shora popsáno, které mají nejednotnou tloušťku, jsou zpracovány do plstěného materiálu. Hustota uvedených pilin nebo hoblin se může měnit v závislosti na požadované filtrační hustotě výsledného finálního výrobku.

Tyto piliny nebo hobliny jsou poté transformovány pomocí ohřívání na teplotu pod bodem tání železa tak, aby se železo přeměnilo na oxid železa, a to zejména s výhodou na hematit. Rovněž bývá podstupováno s výhodou další doplňkové tepelné zpracovávání, které je určeno zejména k tomu, aby se uzavřely vnitřní dutiny nebo otvory v jednotlivých vláknech, a aby se i jinak zlepšila a zdokonalila jednak stejnorodost, jakož i ostatní fyzikální vlastnosti materiálu, jako je mechanická pevnost, jak již bylo shora popsáno.

Filtr může být dále zesílen s použitím různých výztužných prvků, vyrobených z oceli, které se vkládají do tělesa filtru, s výhodou do ocelového předlisku. Příkladnými zesilovacími nebo výztužnými prvky jsou ocelové tkaniny, ocelová síta nebo ocelová vlna s vlákny různých tlouštěk.

Nakonec může být hematitový filtr přetransformován na magnetitový filtr, a to za podmínek, které již byly shora popsány pro transformaci hematitu na magnetit u tenkostěnných

struktur. Různé podrobnosti a detaily výroby, jakož i vlastnosti příkladných provedení vysokoobjemových filtrů, jsou uvedeny při popise příkladů 7 a 8.

V souladu s předmětem tohoto vynálezu je rovněž možno stavět komplexní složené tvary, a to na základě zjištění, že dvě nebo více struktur z oxidu kovu je možno teplem vzájemně spojit, i když výchozí struktury si nebyly příliš podobné.

Umístíme-li například ocelový materiál mezi dva nebo více hematitových kusů, a podrobíme-li poté vzorek transformaci železa v oceli na oxid železa ohříváním tohoto vzorku a teplotu, která leží pod teplotou tání železa (jak již bylo shora popsáno), může dojít ke vzájemnému spojení hematitových kusů. Kovový spojovací materiál může být v takovém případě například ve formě tenké fólie, síta, síťoviny, pilin, hoblin, prachu nebo plsti.

Pokud je požadováno dosažení velkých otevřených oblastí pro průtok tekutiny, nedoporučuje se obecně spojovat dvě nebo více struktur, jelikož by tak bylo zabraňováno průtoku právě skrze spojené povrchy. Uvedené spojování se však doporučuje u materiálů, které jsou používány jako izolátory.

Kromě transformace železa na oxid železa mohou být zde popisované postupy využity rovněž pro transformaci jiných kovů na oxidy těchto kovů. Například struktury, obsahující nikl, měď nebo titan, mohou být transformovány na struktury, obsahující jejich příslušné oxidy, a to ohříváním struktur na teplotu, která leží pod bodem tání (T_m) příslušného kovu.

Pro struktury, obsahující nikl ($T_m = 1\,455^\circ\text{C}$), se ohřev s výhodou provádí na teplotu nižší, než je zhruba $1\,400^\circ\text{C}$, výhodněji potom na teplotu mezi zhruba 900 a zhruba $1\,200^\circ\text{C}$, a nejvýhodněji mezi zhruba 950 a zhruba $1\,150^\circ\text{C}$. Doporučovanou atmosférou je vzduch. Ohřívací doba se může měnit v závislosti na procesních podmínkách, na velikosti ohřívací teploty, na reakčních podmínkách, na typu pece, na typu struktury, která má být zpracovávána, na požadovaném konečném finálním výrobku a podobně. Doporučovaná ohřívací doba je zhruba od 96 do zhruba 120 hodin, jak je vysvětleno u příkladu 6.

Pro struktury, obsahující měď ($T_m = 1\,085^\circ\text{C}$), se ohřívání s výhodou provádí na teplotu, která leží pod zhruba $1\,000^\circ\text{C}$, s výhodou pak na teplotu mezi zhruba 800 a zhruba $1\,000^\circ\text{C}$, a nejvýhodněji na teplotu mezi zhruba 900 a zhruba 950°C . Doporučovanou atmosférou je vzduch. Ohřívací doba se může měnit v závislosti na procesních podmínkách a na požadovaném stavu okysličení mědi. Ohřívání se s výhodou provádí po dobu zhruba 48 až zhruba 168 hodin, a to v závislosti na teplotě, na reakčních podmínkách, na typu pece, na typu struktury, která má být zpracovávána, na požadovaném konečném finálním výrobku a podobně.

Je jasné, že zpracovávání při nižších teplotách a/nebo po kratší dobu vede k vytváření většího podílu kupritu (Cu_2O), než oxidu měďnatého (CuO) ve finální struktuře. Za účelem vytvoření struktury, u které by došlo v podstatě ke kompletní transformaci na oxid měďnatý (CuO), je doporučovaným procesem ohřívání při teplotě zhruba 950°C po dobu zhruba 48 až zhruba 72 hodin, jak je vysvětleno při popise příkladu 6.

Pro struktury, obsahující titan ($T_m = 1\ 660^\circ\text{C}$), se ohřev s výhodou provádí na teplotu, která leží pod hodnotou zhruba $1\ 600^\circ\text{C}$, s výhodou pak mezi zhruba 900 a zhruba $1\ 200^\circ\text{C}$, a nejvýhodněji pak mezi zhruba 900 a zhruba 950°C . Doporučovanou atmosférou je vzduch. Doba ohřívání se může měnit v závislosti na procesních podmínkách, na ohřívací teplotě, na reakčních podmínkách, na typu pece, na typu struktury, která má být zpracovávána, na požadovaném finálním výrobku a podobně. Doporučovaná ohřívací doba při teplotě zhruba 950°C je zhruba od 48 do zhruba 72 hodin, jak je vysvětleno při popise příkladu 6.

Souhrnně lze říci, že způsobem podle tohoto vynálezu lze získat tenkostěnné monolitické struktury oxidu kovu z různých kovů. Tepelné zpracování a výsledné struktury mají pro různé kovy obdobné vzory, avšak s velmi důležitými individuálními znaky. S pomocí nejlépe řízeného a nejehospodárnějšího postupu lze získat strukturu oxidu kovu, která obsahuje kov v jeho nejvyšším okysličeném stavu.

Velmi vysoké a velmi nízké pracovní teploty jsou obecně mnohem méně žádoucí. Přestože jsou vysoké teploty mnohem účinnější pro rychlejší a úplnější (stoichiometrickou) oxidaci kovu do jeho vyššího okysličeného stavu, mohou být takovéto podmínky škodlivé pro kvalitu výsledných tenkostěnných materiálů z oxidu kovu, pokud vedou k ohřevu na teplotu, která je příliš blízko teplotě tání příslušného kovu, jelikož okysličovací reakce je vysoce exotermická a může tak zvýšit teplotu až nad bod tání daného kovu. Z uvedeného důvodu by měla být teplota dostatečně nízko pod bodem tání kovu, a to právě za účelem přehřátí a roztavení dané struktury.

Jsou-li teploty příliš nízké, pak dokonce i velmi dlouhá ohřívací doba bude mít za výsledek pouze neúplnou oxidaci. To může být v zásadě napraveno dodatečným tepelným zpracováním, jehož účelem je okysličení zbytkového kovu a nižších oxidů tohoto kovu. Jelikož však zbytkové kovy mívají obvykle odlišné tepelné charakteristiky (například koeficient roztažnosti, vodivost a podobně), než jsou charakteristiky požadovaného oxidu, může dodatečné tepelné zpracování vést k poškození tenkostěnné struktury oxidu.

Zvláštní dodatečné tepelné zpracování je méně výhodné tehdy, kdy finální oxid kovu má více než jednu stabilní strukturální modifikaci pro příslušnou stoichiometrii, takže konečná finální struktura nemusí být jednotná, což může být obvykle nepříznivé pro její mechanickou pevnost.

Struktury, obsahující železo, a to s pouze jednou strukturou pro hematit (Fe_2O_3) se obvykle výhodně zpracovávají pomocí zvláštního dodatečného tepelného zpracování. Takže takovéto struktury, obsahující železo, jsou z tohoto hlediska velmi výhodné a mohou být obvykle opakovaným ohříváním vylepšeny.

S jinými kovy je to z tohoto hlediska mnohem obtížnější. Zejména pro titan, který má několik modifikací oxidu titaničitého TiO_2 (rutil, anatas a brookit), může být zvláštní přídavné tepelné zpracování struktury oxidu skutečně velmi nebezpečné pro strukturu oxidu.

Takže nejvýhodnější teplotní rozmezí jsou taková, která leží pod bodem tání kovu, a která jsou dostatečně vysoká pro podporu relativně rychlé a úplné oxidace, přičemž však během

zpracovávání zabraňují přehřívání struktury na teplotu, která leží nad bodem tání kovu.

Za účelem bližšího porozumění předmětu tohoto vynálezu jsou dále uváděny následující příklady.

Příklad 1

Monolitické hematitové struktury ve tvaru válcového průtokového rozdělovacího zařízení byly vyrobeny ohříváním struktury, zhotovené z obyčejné nelegované oceli, a to na vzduchu, jak bude popsáno dále.

Bylo vytvořeno pět rozdílných vzorků ocelové struktury, které byly poté transformovány na hematitové struktury. Vlastnosti těchto struktur a procesní podmínky pro příslušných pět sérií jsou uvedeny v tabulce I.

Dále jsou uvedeny podrobnosti příslušného postupu, prováděného pro vzorek 1. Vzorky 2 až 5 byly vytvářeny a zkoušeny obdobným způsobem.

Pro vzorek 1 bylo zkonstruováno válcové průtokové rozdělovací zařízení, které bylo obdobné tomu, které je zobrazeno na obr. 1, přičemž jeho průměr byl zhruba 92 mm a jeho výška činila 76 mm. Toto válcové průtokové rozdělovací zařízení bylo vyrobeno ze dvou ocelových plechů, z nichž každý byl vyroben z oceli AISI-SAE 1010 o tloušťce 0,025 mm, přičemž byl jeden plech plochý a druhý vlnitý.

Vlnitý ocelový plech měl trojúhelníkovité komůrky se základnou o velikosti 2,15 mm a s výškou 1,07 mm. Tyto

ocelové plechy byly těsně svinuty tak, že mezi přiléhajícím plochým plechem a vlnitým plechem vznikl těsný fyzický kontakt. Po uvedeném svinutí byl kolem vnější vrstvy struktury umístěn přídatný plochý ocelový plech, a to za účelem snadnější manipulace a za účelem zvýšení pevnosti a tuhosti. Celková váha dané struktury činila zhruba 273,4 g.

Ocelová struktura byla obalena izolačním pásem azbestu o tloušťce přibližně 1 mm a utěsněně umístěna do válcové křemíkové trubice, která sloužila jako plášť pro udržování vnějších rozměrů struktury. Tato trubice, obsahující ocelovou strukturu, byla poté umístěna při pokojové teplotě na keramický nosič do konvekční pece.

Keramický nosič udržoval ocelový vzorek v takové výšce pece, aby byl tento vzorek vystaven jednotné pracovní teplotě, která by se v každém bodě vzorku nelišila o více než 1°C . Pro sledování stejnoměrnosti teploty vzorku bylo využito termoelektrických článků.

Po umístění vzorku do pece byla pec elektricky vyhřívána po dobu zhruba dvacetidvou hodin s ohřívací rychlostí zhruba 35°C za hodinu až na pracovní teplotu zhruba 790°C . Vzorek byl poté udržován při teplotě 790°C po dobu zhruba 96 hodin v běžné okolní vzduchové atmosféře. Pro ovlivňování vzduchového proudění uvnitř pece nebylo použito žádného zvláštního zařízení.

Po uplynutí doby devadesátišesti hodin bylo vyhřívání pece vypnuto, a pec byla ponechána po dobu zhruba dvaceti hodin, aby se ochladila na pokojovou teplotu. Poté byla křemíková trubice z pece vyjmuta.

Struktura oxidu železa byla snadno oddělena od křemíkové trubice, přičemž stopy azbestové izolace byly z této struktury oxidu železa mechanicky odstraněny pomocí brusných prostředků.

Váha struktury činila zhruba 391,3 g, což odpovídá váhovému navýšení (obsah kyslíku) zhruba 30,1 % hmotnostních. Velmi mírné hmotnostní zvýšení nad teoretický limit 30,05 % hmotnostních bylo způsobeno v důsledku nečistot, které mohly pocházet z azbestové izolace.

Ohybové spektrum rentgenových paprsků pro práškový materiál, vyrobený z příslušné struktury, vykazuje vynikající shodu se standardním hematitovým spektrem, jak je vidět z tabulky IV. Struktura si obecně uchovává tvar výchozí ocelové struktury, pouze s výjimkou určitých deformací trojúhelníkovitých komůrek, ke kterým dochází v důsledku zvýšené tloušťky stěny.

U hematitové struktury byly veškeré fyzické kontakty mezi přiléhajícími ocelovými plechy vnitřně „svařeny“, čímž byla vytvořena monolitická struktura, která nemá žádné viditelné trhliny nebo jiná poškození. Tloušťka stěny hematitové struktury činila zhruba od 0,07 do zhruba 0,08 mm, což mělo za následek dosažení otevřené průřezové oblasti zhruba 80 %, jak je vidět z tabulky I.

V různých průřezových řezech dané struktury, z nichž každý obsahuje několik tuctů komůrek, je při pozorování pod mikroskopem téměř vždy možno vidět vnitřní mezeru o velikosti zhruba od 0,01 do zhruba 0,02 mm. Povrchová oblast BET činila zhruba $0,1 \text{ m}^2/\text{g}$.

Hematitová struktura byla nemagnetická, což bylo zjištěno běžným magnetem. Kromě toho bylo zjištěno, že struktura nebyla elektricky vodivá, a to na základě následující zkoušky. Ze struktury byla odříznuta malá tyč o průměru zhruba 5 mm a o délce zhruba 10 mm. Tato tyč byla připojena k platinovým destičkám, které sloužily jako elektrické kontakty. Do struktury byl zaveden elektrický proud o příkonu zhruba 10 až zhruba 60 W, a to bez jakéhokoliv zaznamenaného účinku na danou strukturu.

Monolitická hematitová struktura byla testována z hlediska její odolnosti proti působení síly, a to umístěním čtyř vzorků z dané struktury do kyseliny sírové H_2SO_4 (pětiprocentní a desetiprocentní vodní roztok), jak je znázorněno v tabulce II. Vzorky 1 a 2 zahrnovaly části z vnější povrchové vrstvy plechů. Je možné, že tyto vzorky obsahovaly drobné stopy izolace a/nebo byly při ukončení celého procesu neúplně okysličený. Vzorky 3 a 4 naopak zahrnovaly pouze vnitřní úseky struktury.

Na všech čtyřech vzorcích nebyla pozorována žádná viditelná koroze povrchu těchto vzorků, a to dokonce ani po třicetišesti dnech pobytu vzorků v kyselině sírové, přičemž množství železa, rozpuštěného v kyselině, které bylo měřeno pomocí standardní atomové absorpční spektroskopie, bylo zcela zanedbatelné.

Vzorky byly rovněž porovnávány s práškovými vzorky, vyrobenými ze stejné monolitické hematitové struktury, které měly obdobnou kvalitu jako vzorky, použité pro ohybovou analýzu rentgenových paprsků, přičemž byly uvedené práškové vzorky napuštěny kyselinou sírovou H_2SO_4 po dobu dvaceti dnů.

Po dalším týdnu vystavení (tedy celkově čtyřicet tři dny pro monolitické vzorky a devatenáct dní pro práškové vzorky) zůstalo množství rozpuštěného železa ve skutečnosti nezměněné, což svědčí o tom, že bylo dosaženo nasycené koncentrace. Relativní rozpouštění bylo pro práše vyšší v důsledku toho, že povrchová plocha práškových vzorků byla vyšší, než povrchová plocha vzorků monolitické struktury. Avšak celkové i percentuelní rozpouštění bylo zcela zanedbatelné jak pro monolitickou strukturu tak i pro práškový materiál, vytvořený z této struktury.

Na základě údajů, uvedených v tabulce I a v tabulce II pro monolitickou strukturu, byla průměrná odolnost proti korozi pro dané vzorky nižší, než $0,2 \text{ mg/cm}^2 \text{ yr}$, což je podle ASM považováno za nekorozivní. (ASM Engineered Materials Reference Book, ASM International, Metals Park, Ohio 1989).

Hematitová struktura podle tohoto příkladu byla rovněž podrobena mechanické pěchovací či drticí zkoušce, a to s následujícími výsledky.

Sedm standardních krychlových vzorků, každý o rozměrech 1 palec x 1 palec x 1 palec, bylo ze struktury vyříznuto pomocí diamantové pily. Na obrázku 3 je znázorněn schematický pohled v řezu na testované zkušební vzorky, přičemž jsou zde rovněž znázorněny souřadnicové osy a směry působících sil.

Osa A je rovnoběžná s osou kanálků, osa B je kolmá na osu kanálků a přibližně rovnoběžná s plochým plechem, zatímco osa C je kolmá na směr osy kanálků a přibližně kolmá na plochý plech. Drticí tlaky jsou uvedeny v tabulce III.

Vzorek 4 z tabulky I byl rovněž charakterizován s využitím rentgenové práškové difrakční techniky. V tabulce IV je uvedeno rentgenové (Cu K_α záření) práškové spektrum vzorku, naměřené s použitím rentgenového práškového difraktometru HZG-4 (Karl Zeiss), v porovnání se standardními difrakčními údaji pro hematit. V této tabulce IV pak písmeno „d“ představuje mezirovinné vzdálenosti, zatímco písmeno „J“ představuje relativní intenzitu.

Příklad 2

Monolitická magnetitová struktura byla vyrobena odkysličením neboli deoxidací monolitické hematitové struktury na vzduchu. Tato magnetitová struktura si v podstatě zachovala tvar, velikost, rozměry a tloušťku stěny hematitové struktury, ze které byla vytvořena.

Hematitová struktura byla vyrobena postupem, který je v podstatě obdobný postupu, uváděnému u příkladu 1.

Ocelová fólie, ze které bylo vyrobeno hematitové průtokové rozdělovací zařízení, byla zhruba 0,1 mm silná. Ocelová struktura byla ohřívána v peci při pracovní teplotě zhruba 790° C po dobu zhruba 120 hodin. Výsledné hematitové průtokové rozdělovací zařízení mělo tloušťku stěny zhruba 0,27 mm a obsah kyslíku zhruba 29,3 % hmotnostních.

Z hematitového průtokového rozdělovacího zařízení byl podél osového směru pro vytváření magnetitové struktury vyříznut v podstatě válcový úsek hematitové struktury o průměru zhruba 5 mm, o délce zhruba 12 mm a o hmotnosti zhruba 646,9 mg. Tento vzorek byl umístěn do alundumového

kotlíku a do diferenčního termogravimetrického analyzátoru TGD7000 (Sinku Riko, Japonsko) při pokojové teplotě.

Vzorek byl ohříván na vzduchu rychlostí zhruba 10°C za minutu až na teplotu zhruba $1\ 460^{\circ}\text{C}$. Hmotnost vzorku byla navýšena celkem o zhruba $1,2\text{ mg}$ (to jest zhruba o $0,186\%$) až do teploty zhruba $1\ 180^{\circ}\text{C}$, přičemž byl přijat obsah kyslíku o velikosti zhruba $29,4\%$ hmotnostních. Od teploty zhruba $1\ 180^{\circ}\text{C}$ do teploty zhruba $1\ 345^{\circ}\text{C}$ vzorek nenavýšil žádnou měřitelnou hmotnost. Při teplotách nad zhruba $1\ 345^{\circ}\text{C}$ začal vzorek hmotnost ztrácet.

Při teplotě zhruba $1\ 420^{\circ}\text{C}$ byl na diferenční teplotní křivce spektra viditelný silný endotermický efekt. Při teplotě $1\ 460^{\circ}\text{C}$ činila celková ztráta hmotnosti v porovnání s výchozí hematitovou strukturou zhruba $9,2\text{ mg}$. Vzorek byl udržován při teplotě zhruba $1\ 460^{\circ}\text{C}$ po dobu zhruba 45 minut, což způsobilo dodatečnou ztrátu hmotnosti o velikosti zhruba $0,6\text{ mg}$, takže celková ztráta hmotnosti činila zhruba $9,8\text{ mg}$.

Další ohřívání při teplotě $1\ 460^{\circ}\text{C}$ po dobu přibližně patnácti dalších minut nemělo na hmotnost vzorku žádný účinek. Vyhřívání bylo poté vypnuto a vzorek byl ponechán, aby se pomalu ochlazoval (a to bez žádného násilného ochlazování) na okolní teplotu po dobu několika hodin, načež byl vzorek z analyzátoru vyjmut.

Obsah kyslíku ve finálním produktu činil zhruba $28,2\%$ hmotnostních. Produkt si v podstatě uchoval tvar a rozměry výchozího původního hematitového vzorku, a to zejména co se týče tloušťky stěny a vnitřních mezer. Na rozdíl od

hematitového vzorku byl finální produkt magnetický, což bylo zjištěno běžným magnetem, a rovněž byl elektricky vodivý. Rentgenové práškové spektrum, jak je znázorněno v tabulce V, vykazuje charakteristické vrcholky magnetitu s několika charakteristickými vrcholky hematitu.

Struktura byla zkoušena na elektrickou vodivost tak, že byl povrch vzorku očištěn pomocí diamantové pily, vzorek byl připojen k platinovým destičkám, které sloužily jako elektrické kontakty, načež byl do vzorku puštěn elektrický proud o příkonu zhruba 10 až zhruba 60 W (velikost proudu byla zhruba od jednoho do zhruba pěti ampér, přičemž napětí bylo zhruba od deseti do zhruba dvanácti voltů) po dobu zhruba dvanácti hodin. Během zkušební doby byla tyč rozžhavena, a to v rozmezí od rozžhavení do červena (na povrchu) až k rozžhavení do běla (uvnitř) v závislosti na uplatněném prášku.

V tabulce V je uvedeno rentgenové (Cu K_α záření) práškové spektrum vzorku, které bylo naměřeno s použitím rentgenového práškového difraktometru HZG-4 (Karl Zeiss), a to v porovnání se standardními difrakčními údaji pro hematit. V této tabulce V představuje písmeno „d“ mezirovinné vzdálenosti, přičemž písmeno „J“ představuje relativní intenzitu.

Příklad 3

Dvě hematitová průtoková rozdělovací zařízení byla vyrobena z ruské obyčejné nelegované oceli 3 a byla zkoušena

z hlediska jejich mechanické pevnosti. Vzorky byly vyrobeny stejným způsobem, jako tomu bylo v případě příkladu 1.

Ocelové plechy byly zhruba 0,1 mm silné, přičemž obě ocelová průtoková rozdělovací zařízení měla průměr zhruba 95 mm a výšku zhruba 70 mm. První ocelová struktura měla trojúhelníkovité komůrky o základně zhruba 4,0 mm a o výšce zhruba 1,3 mm. Druhá ocelová struktura měla trojúhelníkovité komůrky o základně zhruba 2,0 mm a o výšce zhruba 1,05 mm.

Každá ocelová struktura byla vyhřívána při teplotě zhruba 790° C po dobu pěti dní. Navýšení hmotnosti činilo pro každou strukturu zhruba 29,8 % hmotnostních. Tloušťka stěny činila pro každou finální hematitovou strukturu zhruba 0,27 mm.

Hematitové struktury byly podrobeny mechanické zkoušce drcením, jak bylo popsáno již u příkladu 1. Krychlové vzorky, které jsou znázorněny na obr. 3, každý o rozměrech 1 palec x 1 palec x 1 palec, byly ze struktur vyřezány s pomocí diamantové pily. Osm vzorků bylo vzato z první struktury, zatímco devátý vzorek byl vzat z druhé struktury. Drticí tlaky jsou uvedeny v tabulce VI.

Příklad 4

Monolitická magnetitová struktura byla vyrobena odkysličením neboli deoxidací monolitické hematitové struktury ve vakuu. Magnetitová struktura si v podstatě uchovala tvar, velikost, rozměry a tloušťku stěny hematitové struktury, ze které byla připravena.

Hematitová struktura byla provedena jako průtokové rozdělovací zařízení takzvané „vlnité-vlnité“ konstrukce s otevřenými komůrkami, která byla vytvarována do tvaru cihly s obdélníkovým průřezem, jak je znázorněno na obr. 4 až obr. 7. Vlnitá ocelová fólie, ze které byl vyroben ocelový předlisek, měla tloušťku 0,038 mm, s úhlem 2α o velikosti zhruba 26° a s rovnoramennými trojúhelníkovitými komůrkami se základnou 2,05 mm a s výškou 1,05 mm. Hustota komůrek byla zhruba 600 komůrek na jeden čtvereční palec (cpsi).

Vnější ploché horní a spodní vrstvy, vyrobené z ocelové fólie o tloušťce 0,1 mm, byly umístěny nad a pod vlnité vrstvy. Ocelová předlisovaná cihla byla 5,7 palce dlouhá, 2,8 palce široká a 1 palec vysoká. Hematitová struktura byla připravena transformováním ocelového předlisku pomocí ohřívání ocelové struktury v konvekční peci při pracovní teplotě zhruba 800°C po dobu zhruba 96 hodin.

Ploché silné desky z oxidu hlinitého (Al_2O_3) sloužily jako pláště s azbestovou izolační vrstvou o tloušťce 1,0 mm. Výška vzorku o velikosti jednoho palce byla zajišťována vhodnými bloky z oxidu hlinitého (Al_2O_3), přičemž na vršek opláštěné struktury byly umístěny přídavné desky z oxidu hlinitého (Al_2O_3) o hmotnosti zhruba od deseti do dvanácti liber, které byly určeny k vyvíjení přídavného tlaku až do velikosti zhruba 50 g/cm^2 , který měl sloužit k zajištění těsného kontaktu mezi sousedními přiléhajícími vrstvami ocelového předlisku, jak je znázorněno na obr. 6.

Výsledná hematitová struktura měla obsah kyslíku zhruba 30,1 % hmotnostních, přičemž její tloušťka stěny činila zhruba 0,09 mm (to jest 3,5 tisícin palce). Výsledná

komůrkovitá struktura byla 600/3,5 cpsi/tisícina palce. Při zkoumání pod mikroskopem měly stěny výrazné vnitřní mezery, které byly podobné těm, jaké jsou znázorněny na vyobrazení podle obr. 2.

Hematitová struktura byla poté s pomocí diamantové pily rozřezána na osm standardních krychlových vzorků o velikosti 1 palec x 1 palec x 1 palec. Tři z těchto krychlových vzorků byly zkoušeny z hlediska drticí neboli pěchovací pevnosti, jak je uvedeno v tabulce VII. Ostatních pět kubických vzorků bylo umístěno do elektricky vyhřívané vakuové pece při pokojové teplotě, načež bylo těchto pět vzorků zahříváno při pracovním tlaku zhruba 0,001 atmosféry s rychlostí 8 až 9° C za minutu po dobu dvou až tří hodin na teplotu o velikosti zhruba 1 230° C.

Poté byla rychlost ohřívání snížena na zhruba 1° C za minutu až do dosažení teploty o velikosti 1 250° C. Vzorky byly poté udržovány na této teplotě o velikosti 1 250° C po dobu dalších dvaceti až třiceti minut. Poté bylo vyhřívání vypnuto a pec byla ponechána, aby sama přirozeným způsobem vychladla po dobu deseti až dvanácti hodin na okolní teplotu.

Výsledné magnetitové vzorky měly obsah kyslíku zhruba 27,5 % hmotnostních, přičemž vykazovaly výrazný magnetismus, což bylo zjištěno s použitím běžného magnetu. Magnetitové produkty zůstaly monolitické a zachovaly si svůj počáteční hematitový tvar. Žádný produkt při pozorování pod mikroskopem (při zvětšení třicetkrát až padesátkrát) nevykazoval prakticky žádné vnitřní mezery, přičemž se jevil jako mikrokryсталický. Produkt měl stříbřitou barvu a byl lesklý.

Drticí či pēchovací pevnost magnetitu, získaného při teplotě 1 250° C, byla výrazně lepší, než tomu bylo u hematitu, a to obvykle o 30 až 100 %, jak je vidět v tabulce VII. Jak hematitová tak i magnetitová struktura byla podrobena mechanickému drticímu či pēchovacímu testu, jak již bylo popsáno u příkladu 1. Pro každý vzorek byla provedena tři měření pro tři následující vrstvy, přičemž byl do tabulky zaznamenán průměr naměřených hodnot.

Jeden z magnetitových vzorků byl analyzován s využitím jednoduchého magnetu, přičemž bylo zjišťováno, zda tento vzorek vykazuje magnetické vlastnosti.

Vzorek byl poté umístěn do konvekční pece a byl ohříván rychlostí zhruba 35° C za hodinu na teplotu zhruba 1 400° C, na kteréžto teplotě byl poté udržován po dobu zhruba čtyř hodin. Vzorek ztratil své magnetické vlastnosti a navrátil se k obsahu kyslíku o velikosti zhruba 30,1 % hmotnostních, což naznačuje jeho opětovnou transformaci na hematit. Při pozorování vzorku pod mikroskopem nebyly zaznamenány žádné výraznější mezery.

Příklad 5

Byla připravena monolitická hematitová struktura takzvané „vlnité-vlnité“ konstrukce s otevřenými komůrkami, a to s předlisků, vytvořených z vrstev vlnité ocelové fólie. Byly připraveny tři ocelové cihly, obdobné co do velikosti (5,7 palce x 2,8 palce x 1 palec) těm, které byly popsány u příkladu 4, přičemž tyto cihly byly připraveny z vlnité ocelové fólie o tloušťce 0,038 mm s téměř rovnostrannými

komůrkami (základna 1,79 mm, výška 1,30 mm, úhel θ přibližně 70°) a s hustotou komůrek zhruba 560 cpsi.

Vnější ploché horní a spodní vrstvy, vyrobené z ploché ocelové fólie o tloušťce 0,1 mm, byly umístěny nad a pod vlnité vrstvy. Skládání odpovídalo úhlu 2α o velikosti 30, 45 a 90° , a to příslušně pro každou ze tří cihel. Ocelové předlisky byly transformovány na hematitové struktury postupem, který byl již popsán u příkladu 1.

Výsledné hematitové cihly byly poté nařezány pomocí diamantové pily na osm standardních krychlových vzorků o rozměrech 1 palec x 1 palec x 1 palec, které byly zkoušeny z hlediska pevnosti při drcení, jak je uvedeno v tabulce VIII. Pro daný úhel θ byla průměrná pevnost zaznamenána pro postupně se zvyšující úhel α .

Příklad 6

Pro každý z kovů, to jest nikl, měď a titan, byly připraveny dvě monolitické struktury oxidu kovu ve tvaru válcového průtokového rozdělovacího zařízení, a to ohříváním kovových předlisků na vzduchu. Byly vyrobeny polotovary takzvané „vlnité-ploché“ konstrukce, o průměru zhruba 15 mm a o výšce zhruba 25 mm, a to z kovových fólií o tloušťce zhruba 0,05 mm.

Vlnitý plech byl opatřen trojúhelníkovitými komůrkami, které měly základnu o velikosti 1,8 mm a výšku o velikosti 1,2 mm. Vlnitý plech byl umístěn na plochý plech tak, že kovové povrchy těchto plechů byly ve velmi těsné

blízkosti, přičemž tyto plechy byly poté svinuty do válcového tělesa, příhodného jako průtokové rozdělovací zařízení.

Toto válcové těleso bylo poté podrobeno tepelnému zpracovávání v konvenční peci, které bylo podobné tomu, jež již bylo popsáno u příkladu 1, a to pouze s některými individuálními změnami co se týče doporučovaných pracovních teplot a/nebo ohřívací doby, jak bude podrobněji popsáno v dalším.

Údaje o hmotnosti a o obsahu kyslíku pro každý vzorek jsou uvedeny v tabulce IX.

Rentgenové (Cu K_α záření) práškové difrakční spektrum bylo získáno s použitím difraktometru HZG-4 (Karl Zeiss), a to způsobem obdobným, jako v případě oxidů železa, což bylo popisováno u příkladů 1 a 2 (tabulky IV a V).

Naměřené charakteristické mezirovinné vzdálenosti pro prášky oxidu kovu jsou uvedeny v tabulkách X až XII, a to v porovnání se standardními mezirovinnými vzdálenostmi.

V případě niklu byly oba vzorky zahřívány nejprve při teplotě 950°C po dobu 96 hodin, a poté při teplotě 130°C po dobu dalších 24 hodin. Propočtený obsah kyslíku u vzorků, stanovený na základě navýšení hmotnosti, byl jednak 21,37 % hmotnostních a jednak 21,38 % hmotnostních, což je srovnatelné s teoretickým obsahem 21,4 % hmotnostních pro oxid nikelnatý (NiO).

Rentgenové práškové údaje o prvním vzorku, uvedené v tabulce X, ukazují na tvorbu (černozelenavého) bunsenitu, to

jest oxidu nikelnatého (NiO). Struktury oxidu niklu si v podstatě zachovávají tvar kovového polotovaru. Ačkoliv části struktury obsahovaly vnitřní mezeru, která svědčí o difuzním oxidačním mechanismu, byla šířka této mezery mnohem menší, než tomu bylo u hematitových struktur podle příkladu 1.

V případě mědi byly kovové polotovary ohřívány při teplotě 950°C , a to u prvního vzorku po dobu 48 hodin, a u druhého vzorku po dobu 72 hodin. Obě struktury oxidu kovu měly propočtený obsah kyslíku 19,8 % hmotnostních, což bylo založeno na hmotnostním nárůstu v porovnání s teoretickým obsahem 20,1 % hmotnostních pro stoichiometrický oxid měďnatý (CuO).

V černém základním materiálu, kterým byl pravděpodobně oxid měďnatý (CuO), byly pozorovatelné červené nečistoty, které byly tvořeny pravděpodobně kupritem (Cu_2O).

Rentgenové práškové údaje pro první vzorek, uvedené v tabulce XI, vyjadřují převážné tvoření tenoritu (CuO). Obdobně, jako tomu bylo u struktur oxidu niklu, tak si i struktury oxidu mědi zachovávají v podstatě tvar kovového polotovaru, přičemž mají velmi slabé vnitřní mezery.

V případě titanu byly dva vzorky ohřívány při teplotě 950°C , a to první vzorek po dobu 48 hodin, a druhý vzorek po dobu 72 hodin, výsledkem čehož byl propočítaný obsah kyslíku 39,6 % hmotnostních u prvního vzorku, a 39,9 % hmotnostních u druhého vzorku, a to v porovnání s teoretickým obsahem 40,1 % hmotnostních pro stoichiometrický oxid titaničitý (TiO_2).

Rentgenové práškové údaje pro první vzorek, uvedené v tabulce XII, ukazují na převážnou tvorbu bíložlutavé struktury rutilu (TiO_2). Struktury oxidu titanu si v podstatě udržují tvar kovového polotovaru prakticky se žádnými vnitřními mezerami.

Zkoumání struktury pod optickým mikroskopem odhalilo sendvičovitou strukturu, která má tři vrstvy, a to méně hustou (a světlejší) vnitřní vrstvu, která je obklopena dvěma vnějšími hustšími (a tmavšími) vrstvami.

Příklad 7

Hematitový filtr s vysokým dutým objemem byl vyroben z ruské obyčejné nelegované oceli 3. Vzorek byl vyroben tak, že byl napřed připraven cihlovitý polotovar, který měl délku 11 cm, šířku 11 cm a výšku 1,5 cm, přičemž byl tento polotovar vyroben ze zhruba 76,4 g třísek z ruské oceli, jejichž tloušťka se pohybovala v rozmezí od 50 do zhruba 80 mikronů. Hustota třísek byla poměrně jednotná v rámci celého polotovaru.

Uvedený polotovar byl poté zpracováván ohříváním při teplotě 800°C po dobu 4 dnů, přičemž byl tento polotovar udržován uvnitř plochého pláště z oxidu hlinitého (Al_2O_3) s azbestovou izolací za podmínek, které byly podobné podmínkám, popisovaným již u příkladu 1.

Požadovaná výška o velikosti zhruba 1,0 cm byla zajišťována bloky oxidu hlinitého (Al_2O_3), přičemž byly přidavné desky z oxidu hlinitého (Al_2O_3) o hmotnosti zhruba 8 až 10 liber, které byly určeny k vytváření průměrného

tlaku 30 g/cm^2 , umístěny na vrchní stranu plášťové struktury za účelem vyvíjení přídavného tlaku, který by měl zabezpečit těsný kontakt mezi jednotlivými k sobě přiléhajícími vrstvami ocelového polotovaru.

Výsledná stejnorodá hematitová struktura měla velikost $11,5 \times 11,5 \times 1,04 \text{ cm}$ a hmotnost $109,2 \text{ g}$, přičemž obsah kyslíku činil zhruba 30% hmotnostních, jak bylo zjištěno z přírůstku hmotnosti. Ocelové třísky byly transformovány na hematitová vlákna, mající tloušťku v rozmezí zhruba od 100 do $200 \text{ }\mu\text{m}$. Některá z těchto hematitových vláken obsahovala vnitřní válcové otvory.

Hematitová filtrová struktura byla poměrně křehká. Tato struktura byla seříznuta na velikost $10,5 \times 10,5 \times 1,04 \text{ cm}$ a poté byla ohřívána v elektricky vyhřívané vysokoteplotní peci na vzduchu. Struktura byla umístěna do pece při okolní teplotě a byla v peci udržována v keramickém plášti nebo v izolaci.

Ohřívací rychlost pece byla 2° C za minutu, přičemž byla pec ohřívána z teploty okolního prostředí na teplotu zhruba 1450° C po dobu zhruba dvanácti hodin. Poté byl hematitový filtr udržován na teplotě zhruba 1450° C po dobu tří hodin. Poté bylo ohřívání vypnuto a vzorek byl ponechán, aby přirozeným způsobem vychladl na vnějším vzduchu při okolní teplotě, což trvalo zhruba patnáct hodin.

Výsledná hematitová struktura byla seříznuta na velikost $10,2 \times 10,2 \times 1,04 \text{ cm}$ a na celkový objem $108,2 \text{ cm}^3$, přičemž měla hmotnost $85,9 \text{ g}$. Na základě předpokládané hustoty hematitu o velikosti $5,24 \text{ g/cm}^3$ byl vypočten objem hematitu o

velikosti $16,4 \text{ cm}^3$. Tento hematitový objem byl vypočítán tak, že sestává z filtrační pevné frakce o velikosti 15,2 % objemových, a z filtračního dutého objemu o velikosti 84,8 % objemových.

Filtrační struktura se tak stává mnohem stejnorodější a mnohem více krystalickou, než byl výchozí hematitový filtr, přičemž byla většina z vnitřních otvorů ve vláknech uzavřena. Tato struktura je mnohem méně křehká, přičemž může být řezána s pomocí diamantové pily na různé požadované tvary.

Příklad 8

Hematitový filtr, mající vysoký volný objem, byl vyroben z oceli US AISI-SAE 1010. Vzorek byl zhotoven tak, že byl nejprve připraven cihlovitý polotovár, mající délku 11 cm, šířku 11 cm a výšku 1,5 cm, a mající hmotnost 32,0 g, přičemž tento polotovár byl vyroben z oceli AISI-SAE 1010 Texsteel, Grade 4, jejíž vlákna mají průměrnou tloušťku o velikosti zhruba 0,1 mm. Hustota textilního materiálu byla v polotovaru relativně jednotná.

Struktura byla poté pokryta ocelovou síťovinou o velikosti 11 x 11 cm, vyrobenou z ruské obyčejné nelegované oceli 3 o tloušťce zhruba 0,23 mm, o rozměrech vnitřních komůrek 2,1 x 2,1 mm, a o váze 19,3 g. Výsledný polotovár byl poté podroben ohřívání při teplotě 800°C po dobu čtyř dnů, přičemž byl tento polotovár udržován uvnitř plochého pláště z oxidu hlinitého (Al_2O_3) s azbestovou izolací za podmínek, které byly podobné podmínkám, uvedeným u příkladu 1.

Požadovaná výška o velikosti 7,0 mm byla zajišťována pomocí bloků z oxidu hlinitého (Al_2O_3), přičemž na vrchní povrch plášťovité struktury byly umístěny přídavné desky z oxidu hlinitého (Al_2O_3) o hmotnosti zhruba 8 až 10 liber, jejichž úkolem bylo vyvíjet přídavný doplňkový tlak až do velikosti zhruba 30 g/cm^2 za účelem zajišťování těsného kontaktu mezi vzájemně k sobě přiléhajícími sousedními vrstvami ocelového polotovaru.

U výsledné stejnorodé hematitové struktury byla hematitová síťovina permanentně připevněna k hematitovému filtračnímu jádru. Tato síťovina pokrývala a současně ochraňovala uvedené jádro. Hematitová struktura měla hmotnost 73,4 g, přičemž obsah kyslíku činil 30,1 % hmotnostních, jak bylo zjištěno z nárůstu hmotnosti. Jádro mělo průměrnou tloušťku vláken zhruba od 0,2 do zhruba 0,25 mm. Síťovina měla velikost vnitřních ok zhruba $1,5 \times 1,5 \text{ mm}$. Jak síťovina, tak i vlákna obvykle obsahovaly vnitřní mezery nebo otvory.

Struktura byla poté ohřívána v elektricky vyhřívané vysokoteplotní peci na vzduchu. Struktura byla umístěna do pece při okolní teplotě, přičemž byla v peci udržována bez jakéhokoliv keramického pláště nebo izolace. Ohřívací rychlost pece činila 2° C za minutu, přičemž byla pec ohřívána z okolní teploty na teplotu zhruba $1\ 450^\circ \text{ C}$ po dobu přibližně dvanácti hodin. Poté byl hematitový filtr udržován na teplotě zhruba $1\ 450^\circ \text{ C}$ po dobu tří hodin. Poté bylo vyhřívání vypnuto a vzorek byl ponechán, aby se přirozeným způsobem ochlazoval ve vnějším vzduchu na okolní teplotu, což trvalo zhruba patnáct hodin.

Výsledná hematitová struktura byla seříznuta na velikost 10,2 x 10,2 x 0,7 cm a na hmotnost 63,1 g. Jádru filtru mělo hmotnost 39,4 g, přičemž síťovina měla hmotnost 23,7 g. Na základě předpokládané hustoty hematitu o velikosti 5,24 g/cm³ činil propočtený objem hematitového jádra 7,5 cm³, a propočítaný objem hematitové síťoviny 4,5 cm³. Celkový objem struktury byl vypočten na 72,8 cm³, přičemž na 68,3 cm³ bez síťoviny. Objem hematitového jádra byl vypočten tak, že sestává z filtrační pevné frakce o velikosti 11 % objemových (7,5/68,3), a z filtračního prázdného objemu o velikosti 89 % objemových.

TABULKA I

VLASTNOSTI A VÝROBNÍ PODMÍNKY PRŮTOKOVÉHO ROZDĚLOVACÍHO
ZAŘÍZENÍ

	1	2	3	4	5
Průměr ocelového kotouče (mm)	92	52	49	49	49
Výška ocelového kotouče (mm)	76	40	40	40	40
Objem ocelového kotouče (cm ³)	505,2	84,9	75,4	75,4	75,4
Tloušťka ocelové fólie (mm)	0,025	0,1	0,051	0,038	0,025
Základna komůrky (mm)	2,15	1,95	2,00	2,05	2,15
Výška komůrky (mm)	1,07	1,00	1,05	1,06	1,07
Hmotnost oceli (g)	273,4	162,0	74,0	62,3	46,0
Délka ocelového plechu (cm)	1714	446	450	458	480
Plocha oceli (jedna strana) (cm ²)	13026	1784	1800	1832	1920
Objem oceli (cm ³)	34,8	20,6	9,4	7,9	5,9
Otevřený průřez ocelového kotouče (%)	93	76	87	89	92
Ohřívací doba (hod.)	96	120	96	96	96
Ohřívací teplota (° C)	790	790	790	790	790
Hmotnost hematitu (g)	391,3	232,2	104,3	89,4	66,1
Přírůstek hmotnosti hematitu (% hmotnostní)	30,1	30,2	29,1	30,3	30,3
Typická skutečná tloušťka hematitu (mm)	0,072	0,29	0,13	0,097	0,081

Typická mezera v hematitu (mm)	0,015	0,04	0,02	0,015	0,015
Typická tloušťka hematitu bez mezery (mm)	0,057	0,25	0,11	0,082	0,066
Objem hematitu bez mezery (cm ³) *	74,6	44,3	19,9	17,1	12,6
Skutečný objem hematitu s mezerou (cm ³) **	93,8	51,7	23,4	20,1	15,6
Otevřený průřez hematitové struktury bez mezery (%)	85	48	73	77	83
Skutečný otevřený průřez s mezerou (%)	81	39	69	73	79

* Vypočteno na základě hmotnosti oceli nebo hematitu s použitím hustoty 7,86 g/cm³ pro ocel a 5,24 g/cm³ pro hematit

** Vypočteno jako součin (jedné strany) geometrické plochy oceli krát skutečná tloušťka hematitu (s mezerou)

TABULKA II
ODOLNOST PROTI KOROZI PŮSOBENÍM KYSELINY SÍROVÉ

	Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3	Vzorek 4
Hmotnost oxidu železitého Fe_2O_3 (g)	14,22	16,23	13,70	12,68
Hmotnost železa (Fe) (g)	9,95	11,36	9,59	8,88
Procenta kyseliny sírové H_2SO_4 (%)	5	10	5	10
Hmotnost železa (Fe) rozpuštěného za 8 dní (mg)	4,06	4,60	1,56	2,19
Hmotnost železa (Fe) rozpuštěného za 15 dní (mg)	5,54	5,16	2,40	3,43
Hmotnost železa (Fe) rozpuštěného za 36 dní (mg)	6,57	7,72	4,12	4,80
Celková hmotnost železa (Fe) rozpuštěného za 36 dní (%)	0,066	0,068	0,043	0,054
Celková hmotnost železa (Fe) rozpuštěného za 12 dní z prášku (%)	0,047	0,047	0,041	0,046

TABULKA III

MECHANICKÁ PEVNOST HEMATITOVÝCH MONOLITŮ

VZOREK	ZKUŠEBNÍ OSA	DRTICÍ TLAK (MPa)
1	a	24,5
2	b	1,1
3	c	0,6
4	c	0,5
5	c	0,7
6	c	0,5
7	c	0,5

TABULKA IV

DIFRAKČNÍ RENTGENOGRAMY PRÁŠKOVÉHO HEMATITU

VZOREK		STANDARD	
d, Å	J, %	d, Å*	J, %*
3,68	19	3,68	30
2,69	100	2,70	100
2,52	82	2,52	70
2,21	21	2,21	20
1,84	43	1,84	40
1,69	52	1,69	45

* Soubor údajů č. 33-0664, The International Centre for Diffraction Data, Newton Square, Pa.

TABULKA V

DIFRAKČNÍ RENTGENOGRAMY PRÁŠKOVÉHO HEMATITU

VZOREK		STANDARD	
d, Å	J, %	d, Å*	J, %*
2,94	20	2,94	30
2,68**	20		
2,52	100	2,53	100
2,43	15	2,42	8
2,19**	10		
2,08	22	2,10	20
1,61	50	1,62	30
1,48	75	1,48	40
1,28	10	1,28	10

* Soubor údajů č. 19-0629, The International Centre for Diffraction Data, Newton Square, Pa.

** Maxima charakteristická pro hematit. Žádná výrazná maxima jiná, než ta, která jsou charakteristická buď pro hematit nebo pro magnetit, nebyla pozorována.

TABULKA VI

MECHANICKÁ PEVNOST HEMATITOVÝCH MONOLITŮ

VZOREK	ZKUŠEBNÍ OSA	DRTICÍ TLAK (Mpa)
1	a	24,0
2	a	32,0
3	b	1,4
4	b	1,3
5	c	0,6
6	c	0,75
7	c	0,5
8	c	0,5
9	c	1,5

TABULKA VII

PEVNOST PŘI DRCENÍ VE SMĚRU OSY C (Mpa)

Hematitové vzorky	Magnetitové vzorky
0,60	0,68
0,55	0,71
0,55	0,72
	0,75
	0,70

TABULKA VIII

PEVNOST PŘI DRCENÍ VE SMĚRU OSY C (Mpa)

Hematitové vzorky									
2α	1	2	3	4	5	6	7	8	Průměr
30°	0,58	0,50	0,50	0,67	0,58	0,54	0,54	0,50	0,55
45°	0,67	0,71	0,83	0,83	0,67	0,58	0,75	0,67	0,71
90°	0,75	0,67	0,75	0,83	0,96	0,96	1,04	0,83	0,85

TABULKA IX

MĚŘENÍ HMOTNOSTI VZORKŮ OXIDU KOVU

Kov	Vzorek	Hmotnost (g)		Obsah kyslíku (% hmotnostní)	
		Kov	Oxid	Experimentální	Teoretický
Ni	1	2,502	3,182	21,37	21,4
	2	2,408	3,063	21,38	21,4
Cu	1	3,384	4,220	19,81	20,1
	2	3,352	4,179	19,79	20,1
Ti	1	1,253	2,073	39,56	40,1
	2	1,129	2,155	39,86	40,1

CHARAKTERISTICKÉ MEZIROVINNÉ VZDÁLENOSTI
Z RENTGENOVÉ PRÁŠKOVÉ DIFRAKČNÍ ANALÝZY*

TABULKA X
NiO (BUNSENIT)

Mezirovinná vzdálenost, A	
Experimentální	Standardní
2,429	2,40
2,094	2,08
1,479	1,474
1,260	1,258
1,201	1,203
1,040	1,042
0,958	0,957
0,933	0,933

TABULKA XI
CuO (TENORIT)

Mezirovinná vzdálenost, A	
Experimentální	Standardní
2,521	2,51
2,309	2,31
1,851	1,85
1,496	1,50
1,371	1,370
1,257	1,258
1,158	1,159
1,086	1,086
0,980	0,978

TABULKA XII

TiO₂ (RUTIL)

Mezirovinná vzdálenost, A	
Experimentální	Standardní
3,278	3,24
2,494	2,49
2,298	2,29
2,191	2,19
1,692	1,69
1,626	1,62
1,497	1,485
1,454	1,449
1,357	1,355
1,169	1,170
1,090	1,091
1,040	1,040

* Pro první vzorek každého oxidu kovu v tabulce IX.

Seznam vztahových značek

10	-	plech
	-	keramická struktura s otevřenými komůrkami
.	-	cihla
11	-	strana
.	-	strana
12	-	strana
13	-	kanálky
14	-	vrchol
.	-	plochý horní plech
15	-	plochý spodní plech
.	-	plochý spodní plech
20	-	vnitřní mezera
30	-	strana struktury 10
40	-	vrcholky
50	-	vrcholky
60	-	deska
70	-	deska
75	-	bloky nebo jádra
80	-	izolační vrstva
85	-	horní a spodní kovový plech
.	-	vlnité kovové plechy
90a, b, c	-	vrstvy
.	-	vrstvy
f	-	tekutinový proud
.	-	osa
T_m	-	teplota tání kovu
.	-	teplota tání kovu
α	-	úhel sklonu kanálků
θ	-	úhel stran 11 a 12

3462-98

•

●

•

1

zhruba 1 500° C za účelem okysličování železa v podstatě na hematit.

4. Způsob podle nároku 3
v y z n a č u j í c í s e t í m , že struktura,
obsahující železo, je ohřívána na teplotu mezi zhruba 750° C
a zhruba 1 200° C.

5. Způsob podle nároku 4
v y z n a č u j í c í s e t í m , že struktura,
obsahující železo, je ohřívána na teplotu mezi zhruba 800° C
a zhruba 950° C.

6. Způsob podle nároku 1
v y z n a č u j í c í s e t í m , že kovem je nikl,
příčemž struktura, obsahující kov, je ohřívána na teplotu pod
zhruba 1 400° C, za účelem okysličování niklu v podstatě na
bunsenit.

7. Způsob podle nároku 6
v y z n a č u j í c í s e t í m , že struktura,
obsahující nikl, je ohřívána na teplotu mezi zhruba 900° C a
zhruba 1 200° C.

8. Způsob podle nároku 7
v y z n a č u j í c í s e t í m , že struktura,
obsahující nikl, je ohřívána na teplotu mezi zhruba 950° C a
zhruba 1 150° C.

9. Způsob podle nároku 1
v y z n a č u j í c í s e t í m , že kovem je měď,
příčemž struktura, obsahující kov, je ohřívána na teplotu pod

zhruba 1 000° C za účelem okysličování mědi v podstatě na tenorit.

10. Způsob podle nároku 9
v y z n a č u j í c í s e t í m , že struktura je
ohřívána na teplotu mezi zhruba 800° C a zhruba 1 000° C.

11. Způsob podle nároku 10
v y z n a č u j í c í s e t í m , že struktura je
ohřívána na teplotu mezi zhruba 900° C a 950° C.

12. Způsob podle nároku 1
v y z n a č u j í c í s e t í m , že kovem je titan,
příčemž je struktura ohřívána na teplotu pod zhruba 1 600° C
za účelem okysličování titanu v podstatě na rutil.

13. Způsob podle nároku 12
v y z n a č u j í c í s e t í m , že struktura,
obsahující titan, je ohřívána na teplotu mezi zhruba 900° C a
zhruba 1 200° C.

14. Způsob podle nároku 13
v y z n a č u j í c í s e t í m , že struktura je
ohřívána na teplotu mezi zhruba 900° C a zhruba 950° C.

15. Způsob vytváření magnetitové struktury
v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje přípravu
struktury, sestávající v podstatě z obyčejné nelegované
oceli, mající větší počet povrchových ploch, které leží
vzájemně vůči sobě v těsné blízkosti, dále transformování
obyčejné nelegované ocelové struktury na hematitovou
strukturu prostřednictvím ohřívání obyčejné nelegované

ocelové struktury v okysličujícím prostředí na teplotu mezi zhruba 750° C a zhruba 1 200° C při udržování těsné blízkosti ocelových povrchů za účelem okysličování obyčejné nelegované ocelové struktury tak, že si hematitová struktura zachová v podstatě fyzický tvar, jako struktura z obyčejné nelegované oceli, a poté odkysličování neboli deoxidaci hematitové struktury na magnetitovou strukturu prostřednictvím ohřívání hematitové struktury ve vakuu na teplotu mezi zhruba 1 000° C a zhruba 1 300° C tak, že si magnetitová struktura podrží v podstatě stejný tvar, rozměry a tloušťku stěny, jako hematitová struktura.

16. Způsob podle nároku 15
v y z n a č u j í c í s e t í m , že tlak ve vakuu má velikost zhruba 0,001 atmosféry.

17. Způsob podle nároku 16
v y z n a č u j í c í s e t í m , že železo je okysličováno na hematit prostřednictvím ohřívání struktury z obyčejné nelegované oceli na teplotu mezi zhruba 800° C a zhruba 950° C, přičemž hematit je odkysličován neboli deoxidován na magnetit prostřednictvím ohřívání hematitové struktury na teplotu mezi zhruba 1 200° C a zhruba 1 250° C.

18. Monolitická struktura oxidu kovu
v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje větší počet vzájemně k sobě přiléhajících spojených povrchových ploch, získaných pomocí okysličování struktury, obsahující kov, mající větší množství povrchových ploch ve vzájemné těsné blízkosti vůči sobě, obsahující kov, vybraný ze skupiny, zahrnující železo, nikl, měď a titan, prostřednictvím ohřívání struktury, obsahující kov na

teplotu, která leží pod teplotou tání kovu, přičemž monolitická struktura oxidu kovu má v podstatě stejný fyzický tvar, jako struktura, obsahující kov.

19. Tenkostěnné monolitické průtokové rozdělovací zařízení v y z n a č u j í c í s e t í m , že sestává v podstatě z oxidu kovu, vybraného ze skupiny, obsahující oxidy železa, oxidy niklu, oxidy titanu a oxidy mědi, přičemž průtokové rozdělovací zařízení má tloušťku stěny menší, než zhruba jeden milimetr.

20. Průtokové rozdělovací zařízení podle nároku 19 v y z n a č u j í c í s e t í m , že oxidem kovu je oxid železa, vybraný ze skupiny, obsahující hematit, magnetit a jejich kombinace.

21. Průtokové rozdělovací zařízení podle nároku 20 v y z n a č u j í c í s e t í m , že tloušťka stěny je zhruba od 0,07 do zhruba 0,3 mm.

22. Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje větší počet přiléhajících spojených vlnitých vrstev, vytvořených z oxidu kovu, vybraného ze skupiny, obsahující oxidy železa, oxidy niklu, oxidy mědi a oxidy titanu, přičemž je struktura oxidu kovu získána okysličováním přiléhajících vlnitých kovových vrstev, obsahujících kov, vybraný ze skupiny, obsahující železo, nikl, měď a titan, ohříváním struktury, obsahující kov na teplotu, ležící pod bodem tání kovu.

23. Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami podle nároku 22
v y z n a č u j í c í s e t í m , že oxidem kovu je oxid železa, vybraný ze skupiny, obsahující hematit, magnetit a jejich kombinace.

24. Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami podle nároku 23
v y z n a č u j í c í s e t í m , že komůrky vlnitých vrstev mají trojúhelníkovitý tvar, přičemž přiléhající vlnité vrstvy jsou k sobě přiřládány zrcadlovitě.

25. Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami podle nároku 24
v y z n a č u j í c í s e t í m , že alespoň některé z trojúhelníkovitých vlnitých vrstev obsahují rovnoběžné kanálky, svírající úhel (α) s průtokovou osou, která půlí úhel, vytvářený rovnoběžnými kanálky přiléhajících vlnitých vrstev.

26. Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami podle nároku 25
v y z n a č u j í c í s e t í m , že rovnoběžné kanálky první vlnité vrstvy jsou umístěny tak, že svírají úhel (2α) s rovnoběžnými kanálky druhé vlnité vrstvy.

27. Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami podle nároku 26
v y z n a č u j í c í s e t í m , že úhel (α) leží v rozmezí od 10° do 45° .

28. Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami podle nároku 24
v y z n a č u j í c í s e t í m , že trojúhelníkovité komůrky jsou vytvořeny tak, že jejich vrcholový úhel (θ) trojúhelníku leží v rozmezí zhruba od 60° do zhruba 90° .

29. Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami podle nároku 28
v y z n a č u j í c í s e t í m , že vlnité vrstvy mají hustotu komůrek zhruba od 250 do zhruba 1 000 komůrek na čtvereční palec.

30. Monolitická struktura oxidu kovu s otevřenými komůrkami podle nároku 22
v y z n a č u j í c í s e t í m , že tloušťka každé vlnité kovové vrstvy činí zhruba od 0,025 do zhruba 0,1 mm.

31. Způsob výroby monolitické struktury oxidu kovu s otevřenými komůrkami v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje uspořádání většího počtu přiléhajících vlnitých vrstev do vzájemné těsné blízkosti, přičemž tyto vrstvy jsou vyrobeny z kovu, vybraného ze skupiny, obsahující železo, nikl, měď a titan, a okysličování kovu prostřednictvím ohřívání vrstev na teplotu, ležící pod bodem tání kovu, při současném udržování vrstev v těsné blízkosti vůči sobě za účelem vytvoření spojených přiléhajících vlnitých vrstev oxidu kovu, vybraného ze skupiny, obsahující oxidy železa, oxidy niklu, oxidy mědi a oxidy titanu.

32. Způsob výroby podle nároku 31
v y z n a č u j í c í s e t í m , že kovem je železo,

příčemž vytvářený oxid kovu je vybrán ze skupiny, obsahující hematit, magnetit a jejich kombinace.

33. Způsob výroby podle nároku 32
v y z n a č u j í c í s e t í m , že vlnité kovové
vrstvy mají trojúhelníkovitý tvar, přičemž jsou přiléhající
vrstvy k sobě přikládány zrcadlovitě.

34. Způsob výroby podle nároku 33
v y z n a č u j í c í s e t í m , že alespoň některé z
trojúhelníkovitých vlnitých kovových vrstev obsahují
rovnoběžné kanálky, svírající úhel (α) s průtokovou osou,
která půlí úhel, vytvářený rovnoběžnými kanálky přiléhajících
vlnitých vrstev.

35. Způsob výroby podle nároku 34
v y z n a č u j í c í s e t í m , že rovnoběžné kanálky
první vlnité vrstvy jsou umístěny tak, že svírají úhel (2α) s
rovnoběžnými kanálky druhé vlnité vrstvy.

36. Způsob výroby podle nároku 35
v y z n a č u j í c í s e t í m , že úhel (α) leží v
rozmezí od 10° do 45° .

37. Způsob výroby podle nároku 33
v y z n a č u j í c í s e t í m , že trojúhelníkovité
komůrky jsou vytvořeny tak, že jejich vrcholový úhel (θ)
trojúhelníku leží v rozmezí od zhruba 60° do zhruba 90° .

38. Způsob výroby podle nároku 37
v y z n a č u j í c í s e t í m , že vlnité kovové

vrstvy mají hustotu komůrek zhruba od 250 do zhruba 1 000 komůrek na čtvereční palec.

39. Způsob výroby podle nároku 33
v y z n a č u j í c í s e t í m , že během ohřívání je
na vlnité kovové vrstvy vyvíjen tlak až do velikosti
zhruba 50 g/cm² za účelem udržování těsné blízkosti vrstev.

40. Způsob výroby podle nároku 31
v y z n a č u j í c í s e t í m , že tloušťka každé
vlnité kovové vrstvy činí zhruba od 0,025 do zhruba 0,1 mm.

41. Způsob výroby filtru z oxidu kovu
v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje uspořádání
zdroje kovu, obsahujícího větší množství kovových vláken,
umístěných vzájemně v těsné blízkosti jedno ke druhému, a
vybraných ze skupiny, obsahující železná, niklová, měděná a
titanová vlákna, a ohřívání kovových vláken v okysličujícím
prostředí na teplotu, ležící pod bodem tání kovu, při
současném udržování těsné blízkosti vláken za účelem
okysličování vláken a přímé transformace kovu na oxid kovu,
přičemž si struktura z oxidu kovu udržuje v podstatě stejný
fyzický tvar jako zdroj kovu.

42. Způsob výroby podle nároku 41
v y z n a č u j í c í s e t í m , že kovem je železo.

43. Způsob výroby podle nároku 42
v y z n a č u j í c í s e t í m , že vlákna mají průměr
zhruba od 10 do zhruba 100 mikronů.

44. Způsob výroby podle nároku 43
v y z n a č u j í c í s e t í m , že zdroj kovu je
vybrán ze skupiny, obsahující plst, tkaniny, vlnu a třísky.
45. Způsob výroby podle nároku 44
v y z n a č u j í c í s e t í m , že během ohřívání je
na zdroj kovu vyvíjen tlak až do velikosti zhruba 30 g/cm² za
účelem udržování těsné blízkosti vláken.
46. Způsob výroby podle nároku 42
v y z n a č u j í c í s e t í m , že železná vlákna jsou
ohřívána na teplotu mezi zhruba 750° C a zhruba 1 200° C za
účelem okysličování železa na hematit.
47. Způsob výroby podle nároku 46
v y z n a č u j í c í s e t í m , že železná vlákna jsou
ohřívána na teplotu mezi zhruba 800° C a zhruba 950° C.
48. Způsob výroby podle nároku 42
v y z n a č u j í c í s e t í m , že zdroj železa
sestává v podstatě z obyčejné nelegované oceli, přičemž je
tato obyčejná nelegovaná ocel ohřívána v okysličujícím
prostředí na teplotu mezi zhruba 750° C a zhruba 1 200° C za
účelem okysličování obyčejné nelegované oceli a za účelem
přímé transformace železa v oceli na hematit.
49. Způsob výroby podle nároku 48
v y z n a č u j í c í s e t í m , že okysličujícím
prostředím je vzduch.
50. Způsob výroby podle nároku 48
v y z n a č u j í c í s e t í m , že struktura z

obvyčejné nelegované oceli je ohřívána na teplotu mezi zhruba 800° C a zhruba 950° C.

51. Způsob výroby podle nároku 48
v y z n a č u j í c í s e t í m , že hematitová
struktura je odkysličována na magnetitovou strukturu
ohříváním hematitové struktury ve vakuu na teplotu mezi
zhruba 1 000° C a zhruba 1 300° C tak, že magnetitová
struktura si udrží v podstatě stejný tvar, rozměry a tloušťku
stěny, jako hematitová struktura.

52. Způsob výroby podle nároku 51
v y z n a č u j í c í s e t í m , že tlak ve vakuu činí
zhruba 0,001 atmosféry.

53. Způsob výroby podle nároku 52
v y z n a č u j í c í s e t í m , že železo je
okysličováno na hematit ohříváním struktury z obvyčejné
nelegované oceli na teplotu mezi zhruba 800° C a
zhruba 950° C, a že hematit je odkysličován na magnetit
ohříváním hematitové struktury na teplotu mezi
zhruba 1 200° C a zhruba 1 250° C.

54. Způsob výroby podle nároku 42
v y z n a č u j í c í s e t í m , že filtr má dutý objem
větší, než zhruba 70 %.

55. Způsob výroby podle nároku 54
v y z n a č u j í c í s e t í m , že filtr má dutý objem
o velikosti zhruba od 80 % do zhruba 90 %.

56. Způsob ovládání velikosti vnitřní mezery, vytvářené v hematitové struktuře, vyráběné ze železné struktury způsobem podle nároku 1 v y z n a č u j í c í s e t í m, že spočívá v ohřívání hematitové struktury na teplotu mezi zhruba 1 400° C a zhruba 1 450° C.

57. Způsob podle nároku 56 v y z n a č u j í c í s e t í m, že prostředím je vzduch.

58. Způsob ovládání velikosti vnitřní mezery, vytvářené v hematitové struktuře, vyráběné ze železné struktury způsobem podle nároku 1 v y z n a č u j í c í s e t í m, že spočívá v ohřívání hematitové struktury na teplotu mezi zhruba 1 200° C a zhruba 1 300° C.

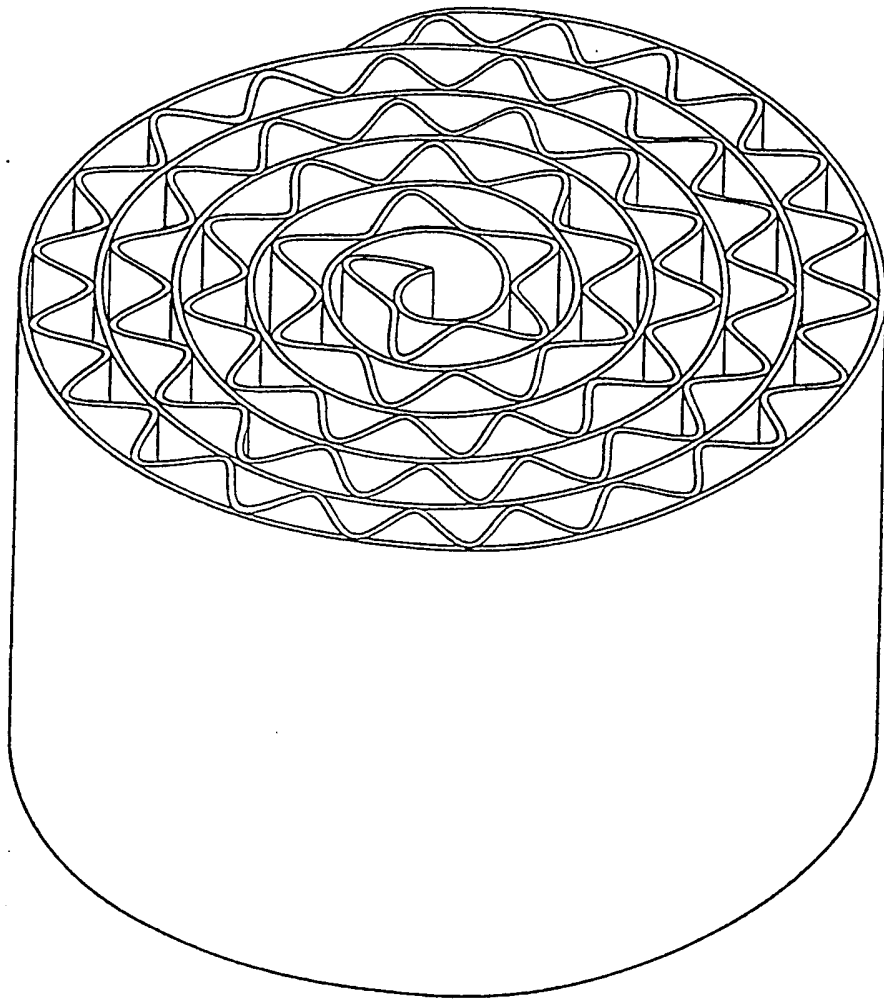
59. Způsob podle nároku 58 v y z n a č u j í c í s e t í m, že je prováděn ve vakuu.

25.11.98

3462-98

1/6

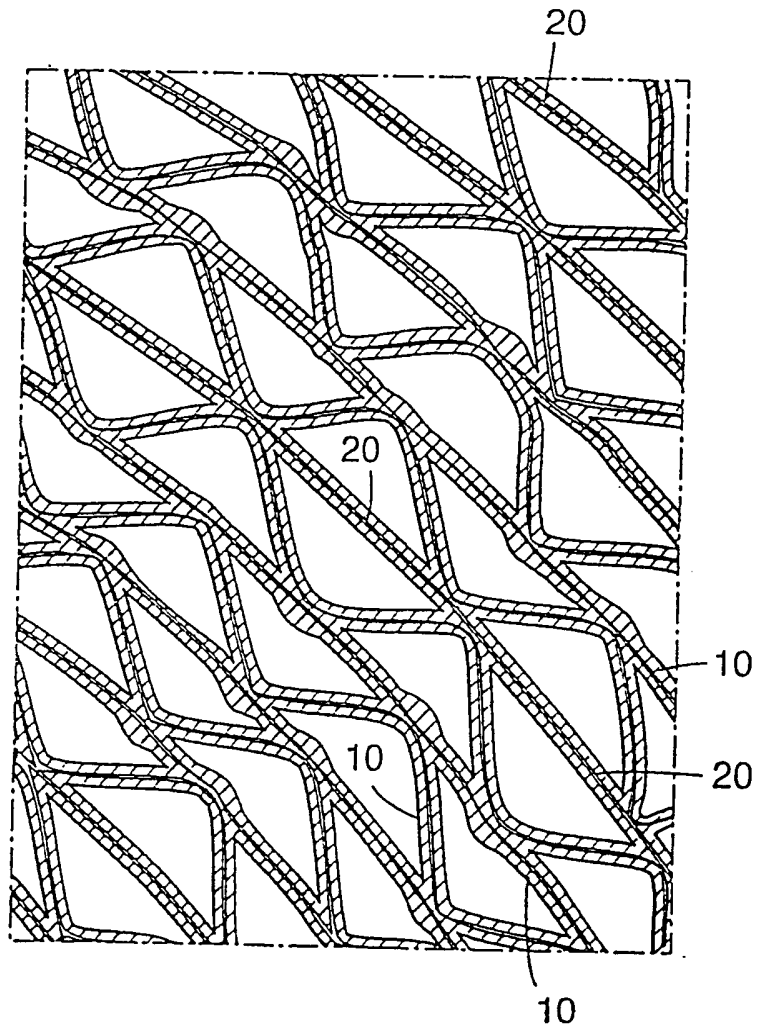
OBR. 1



25.11.98

2/6

OBR. 2

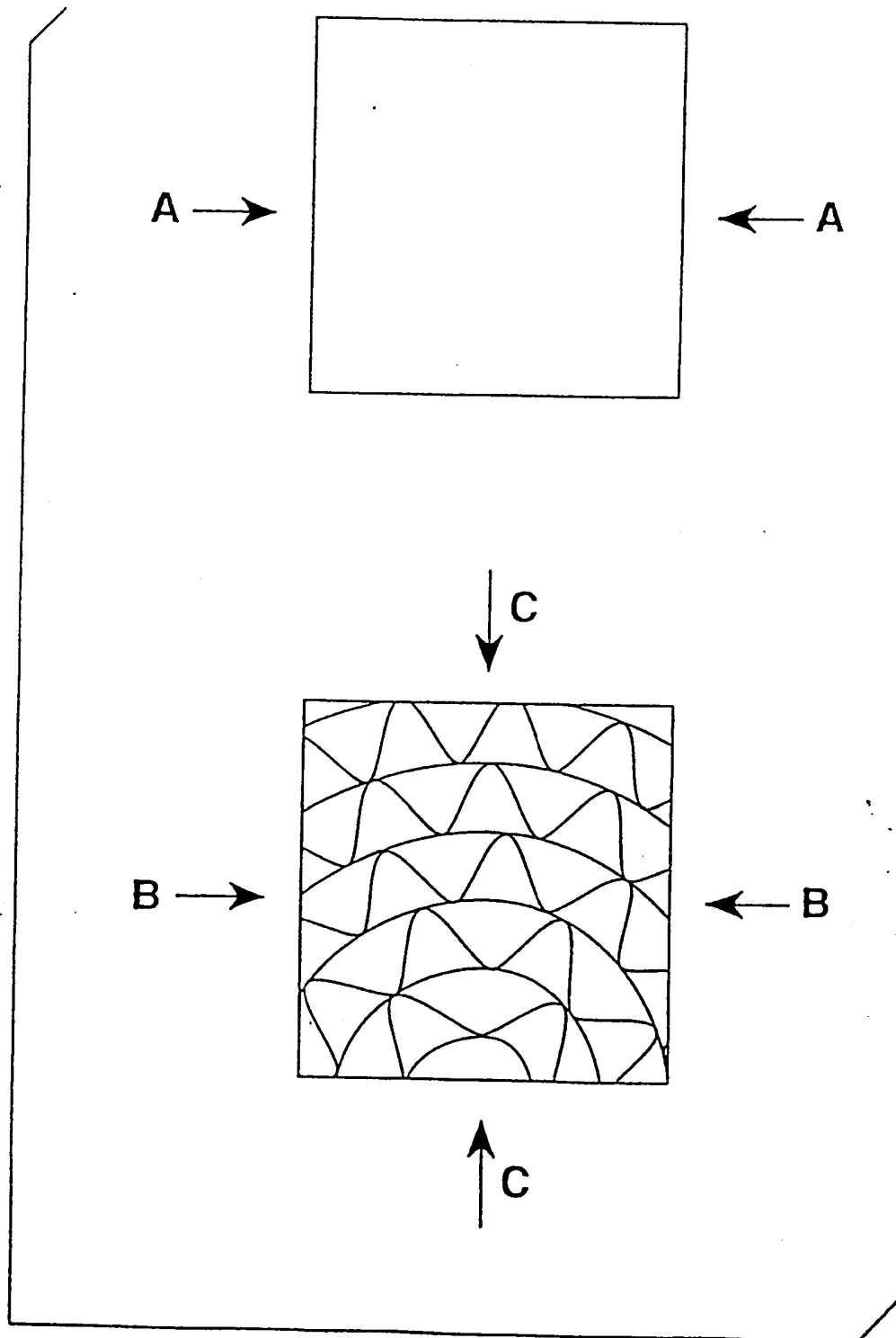


25.11.98

3462-98

3/6

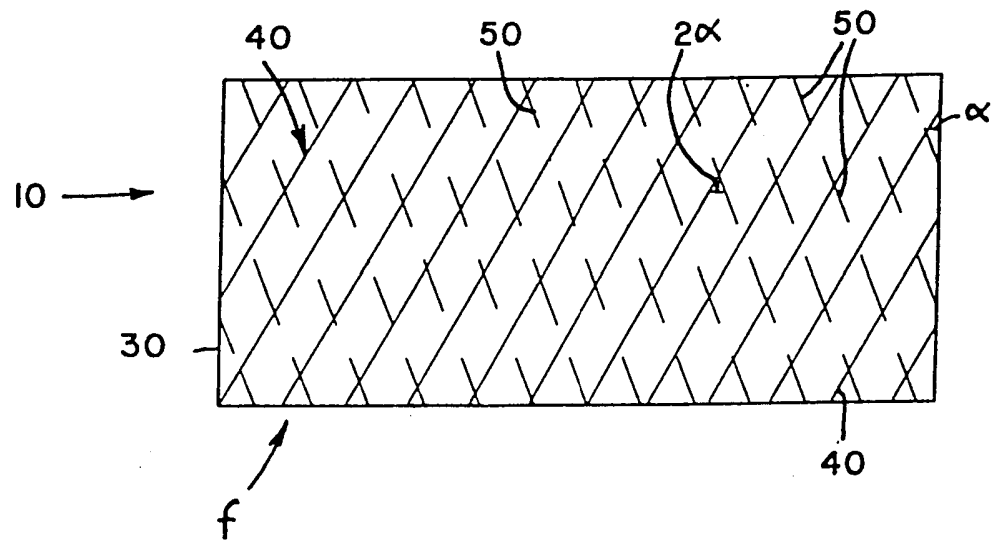
OBR. 3



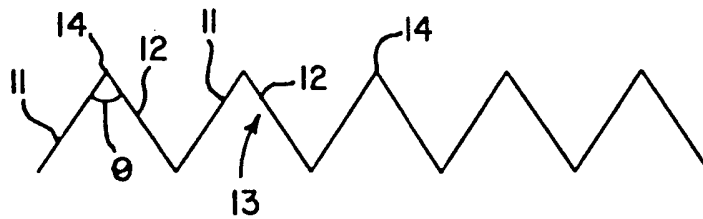
25.11.98

3462-98

4/6



OBR. 4

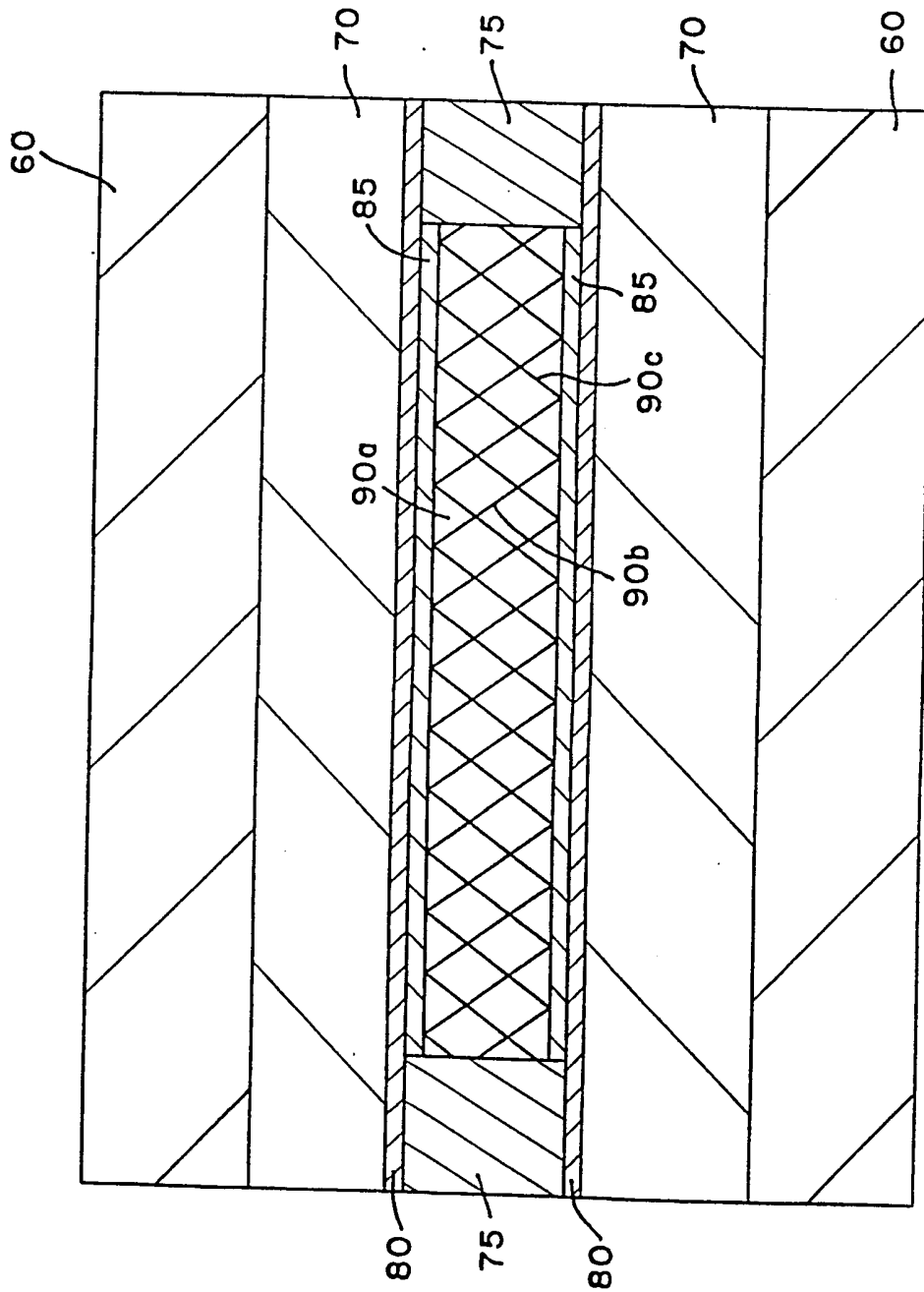


OBR. 5

25.11.98

3467-98

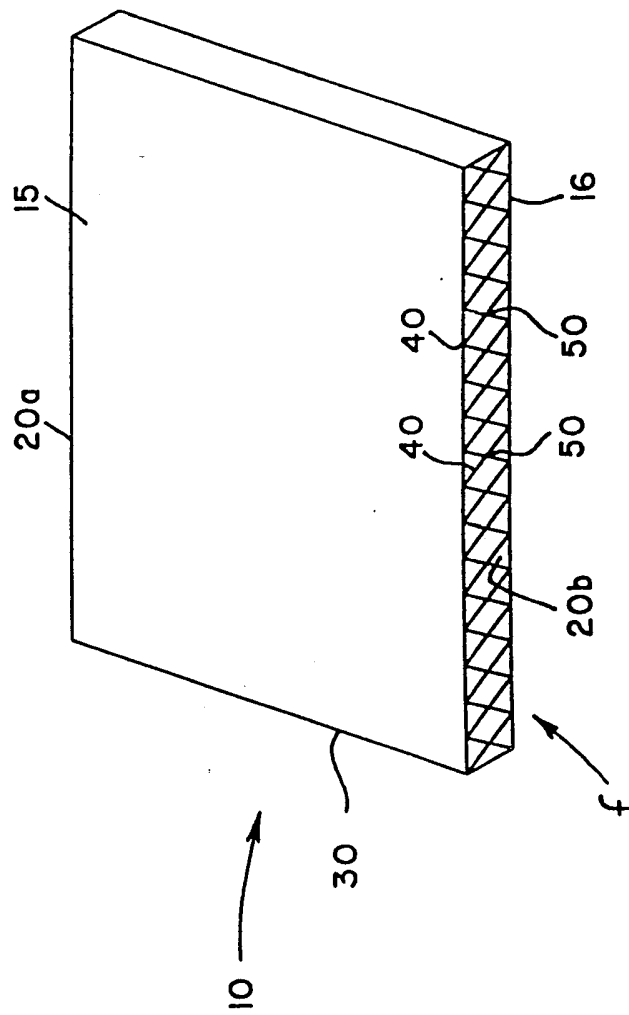
5/6



OBR. 6

25.11.98

6/6



OBR. 7