

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2021-209

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

C04B 5/00 (2006.01)
C04B 5/06 (2006.01)
C21B 3/08 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **26.04.2021**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **08.06.2022**

(Věstník č. 23/2022)

(71) Přihlašovatel:
ECOCOAL, s.r.o., Ostrava, Mariánské Hory, CZ

(72) Původce:
Mgr. Miloš Faltus, Ph.D., Horoměřice, CZ
Ing. Marek Dlabaja, Ostrava, Moravská Ostrava,
CZ
Ing. Jan Melecký, CSc., Bílovec, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob zpracování roztavených
metalurgických strusek**

(57) Anotace:
Způsob zpracování roztavené metalurgické strusky spočívá v tom, že se roztavená tekutá metalurgická struska v alespoň jednom plochem tenkém proudu o síle do 15 mm nebo v alespoň třech paralelních proudech ve tvaru vláken o průměru do 15 mm, přivede pod úhlem v rozmezí 5° až 90° do kontaktu s prodyšným kovovým nebo keramickým povrchem s volnou plochou alespoň 20 %, který se pohybuje rychlostí v rozmezí 0,5 m.min⁻¹ až 30 m.min⁻¹ a v množství ne větším než 30 kg roztavené strusky na lm² povrchu, chlazeným vzduchem z alespoň jedné strany alespoň jedním kontinuálním a/nebo pulsujícím proudem vzduchu o frekvenci pulsů alespoň 0,5 Hz a teplotě v rozmezí - 50 °C až + 100 °C a o rychlosti 10 m.s⁻¹ až 310 m.s⁻¹, v množství ne méně než 0,8 m³ vzduchu na 1 kg strusky, jehož směr svírá se směrem pohybu chlazeného povrchu úhel v rozmezí 10 ° až 90 °, k ochlazení strusky na teplotu nižší než 500 °C za dobu kratší než 2 minuty a její vitrifikaci a k dalšímu ochlazení na teplotu nižší než 200 °C za dobu ne delší než 5 minut.

Způsob zpracování roztavených metalurgických strusek

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu vitrifikace a jemného mletí metalurgických strusek

Dosavadní stav techniky

10

V současnosti je část vysokopecních a ocelářenských strusek vylévána na otevřené odvály, kde dochází k jejich relativně pomalému chladnutí a krystalizaci. Takové strusky se nazývají vzduchem chlazené vysokopeční strusky. Jsou z podstatné části tvořeny různými krystalickými fázemi – silikáty a aluminosilikáty, zejména gehlenitem, mervinitem, wolastonitem, lamitem, forsteritem, magnetitem, wustitem a dalšími, z nichž většina postrádá hydraulické, latentně hydraulické nebo pucolánové vlastnosti. Rentgenamorfní skelnou fázi, která má latentně hydraulické nebo pucolánové vlastnosti obsahují pouze v malé míře a nejsou proto použitelné pro výrobu hydraulických pojiv, ale pouze jako náhražka přírodního drceného kameniva. Část strusek je ale rychle chlazená – granulována. Při rychlém zchlazení dojde ke vzniku rentgenamorfní – skelné fáze, která má latentně hydraulické nebo pucolánové vlastnosti. Pro využití jako součásti cementů nebo betonů musí být granulovaná struska jemně pomletá. Jemně mleté granulované, zejména vysokopeční strusky, s obsahem vyšším než 2/3 hmotnosti skelné fáze, jsou podle v současnosti platné legislativy vhodné pro výrobu stavebních pojiv, zejména portlandských struskových, směsných a vysokopecních cementu. Kromě minimálního uvedeného obsahu skelné fáze. aby měla struska nejen pucolánové, ale i požadované latentně hydraulické vlastnosti, musí mít jemně mletá granulovaná struska rovněž obsah $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SiO}_2$ vyšší než 2/3 hmotnosti a musí splňovat další parametry. Minimální poměr $\text{CaO} + \text{MgO} : \text{SiO}_2$ musí být větší než 1, obsah MgO nesmí přesáhnout 18 % hmotn., obsah sulfidů 2 % hmotn., obsah síranu 2,5 % hmotn., obsah chloridů 0,1 % hmotn., hodnota ztráty žháním přepočtená na oxidaci sulfidů nesmí překročit 3 % hmotn. a vlhkost nesmí přesáhnout 1 % hmotn.

K rychlému zchlazení, při kterém dojde k zesklivatění strusky se provádí rozstříkáváním strusky na válcích či discích spolu s vodou a takto vytvářené a chlazené malé kousky strusky padají do nádrže s vodou, nebo na odval, intenzivně vodou skrácený. Tímto způsobem chlazená struska má ale velmi vysokou vlhkost, která musí být před mletím eliminována. Další nevýhodou tohoto způsobu chlazení je, že nelze efektivně rekuperovat tepelnou energii, ve strusce obsaženou.

K odstranění nevýhod spojených s tzv. mokrou granulací bylo vyvinuto několik metod tzv. suché granulace. Všechny jsou založeny na rozstříkávání kapek roztavené strusky do proudu vzduchu ve kterém jsou buď v rychlém proudění, kterým jsou unášeny, nebo ve fluidní vrstvě, ve které pomalu klesají chlazené velkým množstvím vzduchu. Tyto metody jsou chráněné řadou patentů, například EP 2922976 B1 chrání metodu rozstříkávání roztavené strusky rotujícím diskem do prostoru s chlazeným pláštěm, ve kterém je chlazená ve fluidní vrstvě. Na podobném principu rozstříkávání funguje způsob popsán v patentu CN 106939363 B, pouze jsou kapky strusky unášeny ve stoupavém proudu vzduchu a usazovány v cyklonu. Další podobný způsob jako v EP 2922976 B1 je popsán v patentu SU 893240 A. pouze rozmetací disk. za účelem omezení nalepování roztavené strusky vykonává složitější než prostý rotační pohyb. Kanadský patent CA 2729216 C popisuje granulaci roztavených materiálů pomocí jejich rozprášení na kapky rotující číši a opakovaným odrazem kapek od chlazeného pláště v rotujícím vzdušném proudu. Patent DE 102010021661 A1 popisuje zařízení s vibrujícím rotačním diskem, pro rovnoměrné a velmi jemné rozprášení kapek roztavené strusky a její chlazení ve fluidní vrstvě v nádobě kónického tvaru s vodou chlazeným pláštěm. Kromě toho existuje celá řada dalších, většinou již neplatných patentů a publikací v odborných časopisech, popisujících různé modifikace tzv. suché granulace strusky nebo obecně roztavených materiálů. Základ všech těchto způsobů je ale rozprášení taveniny na disku nebo válci, či jiném podobném zařízení a její přivedení do proudu vzduchu ve formě kapek o velikosti od

desetin milimetru do zhruba patnácti milimetrů, ve kterém je pak struska bez. přítomnosti vody zchlazena na strusku granulovanou.

- 5 Nejblíže našemu řešení je US 6250109 B1 "Způsob kontinuální produkce sklovité granulované vysokopecní strusky" kontaktem s rozstříkovanou vodou chlazeným povrchem bubnu, nebo kovového segmentového dopravního pásu.

- 10 Nevýhodou všech těchto způsobů je, že ke granulaci strusek využívají vodu, nebo jsou zatím provozovány pouze v poloprovozním měřítku a nikde není doposud vyráběno standardní průmyslové zařízení pro suchou granulaci strusek. Zároveň žádný z těchto způsobů neřeší modifikaci ocelářské strusky takovým způsobem, aby mohla být po vitifikaci využita stejně, jako standardní granulovaná vysokopecní struska. A právě tyto nevýhody odstraňuje způsob podle tohoto vynálezu.

15

Podstata vynálezu

- Podstatou vynálezu je způsob zpracování roztavené metalurgické strusky, jehož podstata spočívá v tom, že se roztavená tekutá metalurgická struska v alespoň jednom plochém tenkém proudu o síle
20 do 15 mm nebo v alespoň třech paralelních proudech ve tvaru vláken o průměru do 15 mm, přivede pod úhlem ne větším než 75° do kontaktu s prodyšným kovovým nebo keramickým povrchem s volnou plochou alespoň 20 %, který se pohybuje rychlostí v rozmezí $0,5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ až $30 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ a v množství ne větším než 30 kg roztavené strusky na 1 m^2 povrchu, chlazeným vzduchem z alespoň jedné strany alespoň jedním kontinuálním a/nebo pulzujícím proudem vzduchu
25 o frekvenci pulzu alespoň 0,5 Hz a teplotě v rozmezí -50°C až $+100^\circ \text{C}$ a o rychlosti $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ až $310 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, v množství ne méně než $0,8 \text{ m}^3$ vzduchu na 1 kg strusky, jehož směr svírá se směrem pohybu chlazeného povrchu úhel v rozmezí 10° až 90° , k ochlazení strusky na teplotu nižší než 500°C za dobu kratší než 2 minuty a její vitifikaci a k dalšímu ochlazení na teplotu nižší než 200°C za dobu ne delší než 5 minut.

30

Výhodně je první kontinuální nebo pulzující proud vzduchu ke chlazenému povrchu směřován pod úhlem 30° až 90° k dezintegraci proudu strusky ještě před jeho kontaktem s chlazeným povrchem a případně k přitlačení proudu strusky ke chlazenému povrchu a k zajištění těsného kontaktu roztavené strusky s chlazeným povrchem.

35

Výhodně se do tekuté roztavené strusky přidá přísada ze skupiny látek obsahujících alespoň 70 % hmotnosti ($\text{SiO}_2 + \text{CaO}$), nebo alespoň 75 % hmotnosti ($\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO}$) velikosti zrn ne větší než 3 mm v množství 5 % hmotnosti až 30 % hmotnosti vztaheno ke hmotnosti roztavené strusky.

40

Výhodně, pokud je zrnitost přísady jemnější než 0,25 mm, se z ní vyrobí granule o velikosti od 2 mm do 6 mm a teprve tyto granule jsou přidány do tekuté roztavené strusky.

- 45 Výhodně se před přidáním do roztavené strusky přísada předeře na teplotu vyšší než 850°C .

45

Výhodně se do tekuté roztavené strusky přidá roztavená přísada ze skupiny látek obsahujících alespoň 70 % hmotnosti ($\text{SiO}_2 + \text{CaO}$), nebo alespoň 75 % hmotnosti ($\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO}$) v množství 5 % až 30 % hmotnosti vztaheno ke hmotnosti roztavené strusky.

- 50 Výhodně se do tekuté roztavené strusky přidá samostatně nebo spolu s přísadou tavivo ze skupiny látek CaF_2 ; CaSiF_6 ; SiF_4 ; H_2SiF_6 ; Na_2SiO_3 ; K_2SiO_3 ; K_2SiF_6 ; Na_2SiF_6 ; SiF_4 ; H_2SiF_6 ; Na_2SiO_3 ; K_2SiO_3 . $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH},\text{F})_2$; $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe}_2)_3[(\text{OH},\text{F})_2(\text{Al},\text{Fe})\text{Si}_3\text{O}_{10}]$, nebo jejich směsí, v množství 0,3 % až 10 % hmotnostních, vztaheno ke hmotnosti roztavené strusky.

- 55 Výhodně se roztavená struska před a/nebo v průběhu přidávání přísad externě zahřívá a udržuje na

teplotě vyšší, než je teplota liquidu strusky.

Výhodně se partikule vitrifikované strusky smíchají s pevnou přísadou o velikosti zrn do 5 mm, ze skupiny látek zahrnující granulovanou vysokopecní strusku, recyklované křemičité sklo. popel
5 práškového spalování fosilních paliv, stabilizát popela práškového spalování fosilních paliv nebo jejich směsí v množství od 5 % do 50 % hmotnosti, vztaženo ke hmotnosti vitrifikované strusky k modifikaci chemického složení vitrifikované strusky.

Výhodně se pevná vitrifikovaná struska samotná, nebo spolu s pevnou přísadou přivede ke středu
10 pracovního prostoru ve tvaru rotačního tělesa, který je omezen dvěma sousými, kruhovými deskami, z nichž je alespoň jedna pohyblivá a na kterých jsou situována pracovní tělesa, z nichž ta, která jsou umístěna na pohyblivých deskách vykonávají rotační pohyb kolem osy tohoto prostoru rychlostí v rozmezí 50 m.s^{-1} až 250 m.s^{-1} , přičemž jsou partikule vitrifikované strusky podrobeny alespoň třem po sobě následujícím interakcím s pracovními tělesy, prostřednictvím
15 kterých je předána kinetická energie pracovních těles partikulám strusky k jejich rozpojení a vzniku jemně mleté vitrifikované strusky.

Výhodně se pevná vitrifikovaná struska samotná nebo spolu s pevnou přísadou, ve směsi se
20 vzduchem v množství $0,1 \text{ m}^3$ až 2 m^3 na 1 kg strusky, přivede ke středu pracovního prostoru ve tvaru rotačního tělesa, který je omezen dvěma sousými, v opačném smyslu se otáčejícími kruhovými deskami – rotory, na kterých jsou situována pracovní tělesa, která vykonávají rotační pohyb kolem osy tohoto prostoru rychlostí v rozmezí 50 m.s^{-1} až 310 m.s^{-1} , přičemž se tato směs stlačí nejvýše do 70 % svého původního objemu a následně se tato směs uvede do turbulentního proudění pomocí rychlé změny směru proudění směsi a/nebo expanzí směsi do objemu alespoň o
25 30 % většího než je její objem při stlačení, k zajištění vzájemných střetů i velmi jemných zrn sypké pevné látky ve směsi pod velkými úhly a k zefektivnění jejich střetů s pracovními tělesy, pro jejich intenzivní rozpojování a mechanickou aktivaci ke vzniku vysoce aktivní jemně mleté vitrifikované strusky.

Výhodně se partikule vitrifikované strusky přivedou ke středu pracovního prostoru ve tvaru
30 rotačního tělesa spolu s přísadou ze skupiny látek zahrnující portlandský slínek, fluidní popel spalování fosilních paliv nebo biomasy, Na_2SiO_3 , K_2SiO_3 , CaO , $\text{Ca}(\text{HO})_2$, NaOH , KOH , Na_2CO_3 , K_2CO_3 nebo jejich směsí v množství od 5 % do 75 % hmotnosti, vztaženo ke hmotnosti vitrifikované strusky, k výrobě suchého hydraulického pojiva.

Výhodně se partikule vitrifikované strusky samotné, nebo spolu s přísadou, před jejich přivedením
35 ke středu pracovního prostoru ve tvaru rotačního tělesa, zhutnění, podrtí a/nebo hrubě pomelou mezi dvěma sousými válci, vzdálenými od sebe ne více než 3 mm, které se otáčejí v opačném smyslu s obvodovou rychlostí 2 m.s^{-1} až 30 m.s^{-1} každý, přičemž poměr otáček válců se pohybuje
40 v rozmezí 1 až 2.

Výhodně se zahřátý vzduch ze suché vitrifikace strusky využije jako zdroj tepla pro předehřátí
45 přísady a/nebo jako spalovací vzduch pro externí ohřívání roztavené strusky a/nebo jako spalovací vzduch pro tavení přísady před jejím přidáním do roztavené strusky nebo pro různé jiné průmyslové aplikace.

V současnosti připouští norma ČSN EN 151671 pro výrobu cementu norma ČSN EN 206 pro
50 použití do betonu pouze strusku granulovanou vysokopecní, respektive takovou strusku, která projde požadavkovou částí této normy. Základním požadavkem na takové strusky je zejména podíl skelné fáze, který musí být větší než 2/3 hmotnosti strusky.

V současnosti je granulace strusek. tedy jejich vitrifikace, prováděna především na mokré cestě,
55 tedy jejím rozstříkáváním s vodou a/nebo do vody či na vodou intenzivně zkrápěnou deponii. Tyto způsoby mají několik nevýhod. Výsledná granulovaná (vitrifikovaná) struska má vysokou vlhkost a před jejím mletím v klasických mlecích zařízeních, jako jsou kulové mlýny je ji třeba vysušit.

Další nevýhodou vitrifikace strusek na mokré cestě je to, že jí z bezpečnostních důvodů nelze provádět přímo v metalurgickém provozu, tedy v huti nebo ocelárně. Existuje velké riziko vzniku exploze vodní páry při nežádoucím kontaktu vody se struskou. Při kontaktu kovového roztaveného či silně rozžhaveného železa přítomného ve strusce s vodou dochází k vývinu vodíku a jeho následné explozi. Proto je pro provádění vitrifikace – granulace na mokré cestě struska odvážena z metalurgických provozů často i na vzdálenost několika kilometrů do specializovaných provozů, tzv. struskáren, pracujících v bezpečné vzdálenosti a v podmínkách s minimálním rizikem hromadění vodíku atp. Při dopravě strusky v transportních nádobách, zvaných struskové pánve, často označované jako koliby, umístěných na železničních nebo automobilových podvozcích, dojde většinou k vykrytalizování části strusky. K této krystalizaci dochází v důsledku ochlazení strusky kontaktem se stěnou koliby nebo na hladině roztavené strusky při kontaktu se vzduchem. Tím dochází často ke znehodnocení části strusky, která je pak vyklopena na odval a po jejím vychladnutí je tato krystalická struska využitelná pro některé aplikace pouze jako náhražka přírodního drceného kameniva.

Další nevýhodou vitrifikace strusek na mokré cestě je nemožnost rekuperace vysokopotenciální tepelné energie. Při vitrifikaci roztavené strusky na suché cestě se využívá různých způsobů chlazení silným proudem vzduchu. Ten je při chlazení často ohřát na teplotu vyšší než 800 °C a lze jej využít přímo v metalurgických provozech, např. jako spalovacího vzduchu pro provoz různých hořáku v metalurgickém provozu samotném, nebo v hořácích pro udržování teploty strusky před její granulací nebo pro předehřev přísad pro chemickou modifikaci strusky před jejich přidáním do roztavené strusky. Horký vzduch ze suchých způsobů vitrifikace lze také využít například pro výrobu přehřáté páry a produkci elektrické energie, nebo jej využít pro nejrůznější další aplikace.

Před vitrifikaci vysokopecní strusky podle způsobu popsaného v této přihlášce, není nutné přidávat žádné modifikační přísady, protože struska splňuje veškeré požadavky na její chemické složení stanovené příslušnou normou. To se však netýká strusek ocelářských, které mohou mít různou míru bazicity. Tento způsob bez přidání přísad, tedy bez jejich chemické modifikace zaručuje pouze jejich dokonalou vitrifikaci. I chemicky nemodifikované vitrifikované ocelářské strusky mohou být po jejich jemném mletí úspěšně použity jako přísady nebo dokonce jako základ hydraulických pojiv. Nicméně jejich chemické složení neodpovídá požadavkům stanoveným výše uvedenou normou na vysokopecní granulovanou strusku a žádné jiné normy o využití jiných typů strusek nehovoří. Při výrobě cementů nebo betonu se nepřipouští širší použití jiných, než vysokopecních granulovaných strusek, nebo jejich analogů. Chemická modifikace ocelářských strusek přidáním různých přísad, zejména obsahujících vysoké podíly CaO , SiO_2 nebo Al_2O_3 , umožní změnu chemického složení ocelářských strusek, aby je bylo možné využít jako analog vysokopecní granulované strusky, a to zejména při výrobě stavebních hmot, jako jsou cementy či betony.

Chemickou modifikaci strusek lze provádět buď po její vitrifikaci a to přidáním některých modifikačních přísad tak, aby jejich výsledná směs splňovala požadavky příslušných norem na granulovanou vysokopecní strusku. Další možností je chemická modifikace roztavené strusky. Při chemické modifikaci nelze připustit přidání pevných částic do strusky, která se nachází ve stavu podchlazené kapaliny, neboť by to vedlo k rychlé částečné krystalizaci některých složek strusky, což by vedlo jednak ke snížení obsahu požadované skelné fáze, ale zároveň by to vedlo ke vzniku řady technologických problémů, jako oddělení a sedimentace krystalické fáze s obvykle vyšší hustotou, než je hustota roztavené strusky, k zanášení a zařazení pro vitrifikaci strusky atp. Proto je potřeba udržovat strusku nad teplotou liquidu, tedy nad teplotou, při které je struska plnohodnotnou kapalinou a ani jedna z jejích složek se nemůže nacházet v pevném skupenství. Přitom je při přidávání přísady v pevném skupenství dbát na to, aby měla zároveň roztavená struska dostatečnou tepelnou kapacitu, aby se v ní přísada pinč rozpustila a teplota nepoklesla pod teplotu liquidu. Proto musí být přísada předehřátá na co nejvyšší teplotu a v případě potřeby je nezbytné udržovat teplotu strusky externím ohřevem. Další možností je přidávat přísadu v roztaveném stavu nebo přidat k roztavené strusce tavidlo, které sníží její teplotu tavení – teplotu liquidu. Teplota liquidu a další vlastnosti roztavené strusky, například potřebná rychlost chlazení při vitrifikaci.

závisí na jejím chemickém složení, ze kterého je potřeba při zpracování roztavených strusek a jejich vitrifikaci vycházet.

- Pro námi navržený způsob vitrifikace roztavených strusek je důležitá kombinace kontaktu roztavené strusky s kovovým nebo keramickým prodyšným vychlazeným povrchem v kombinaci s intenzivním předběžným, souběžným nebo následným chlazením strusky i kovového povrchu silným proudem vzduchu, výhodně za zvýšeného tlaku vzduchu, rychlých změn směru jeho proudění a jeho pulzací. Hlavní výhodou vitrifikace strusky na chlazeném prodyšném, zejména kovovém povrchu, je rychlý přestup tepla mezi struskou a kovem a kovem a chladicím vzduchem. Další výhodou je možnost regulace rychlosti pohybu chlazeného povrchu, ať už drátěného pásu nebo bubnu a úhlu, pod kterým se proud roztavené strusky setkává s chlazeným povrchem. Strusky různého složení mají nejen různé teploty liquidu a různé teplotní rozsahy transformačního intervalu, ve kterém se mění z podchlazené kapaliny na skelnou fázi, ale také různou viskozitu. Většinou platí, že čím je struska kyselejší, tedy čím má vyšší obsah SiO_2 , tím má vyšší viskozitu. Změnou řady parametrů, zejména silou proudu roztavené strusky, rychlostí pohybu chlazeného povrchu, úhlu, pod kterým se chlazený povrch s proudem strusky setkává, směrem, rychlostí a silou proudů chladicího vzduchu, tedy množstvím chladicího vzduchu v daném místě, lze dobře proces vitrifikace regulovat a přizpůsobovat jej vlastnostem vitrifikované strusky.
- Díky členitosti a vysoké tepelné vodivosti prodyšného kovového nebo některých keramických povrchu je jednolitý proud strusky rozdělen podobně jako na síť na dílčí proudy a kapky, které se v závislosti na viskozitě roztavené strusky a úhlu styku jejího proudu s chlazeným povrchem na něm buď zachytí a přilnou k němu nebo jim z velké části proniknou. Při tomto kontaktu je z roztavené strusky velmi rychle odváděno teplo. Tím se rychle změní roztavená struska v podchlazenou kapalinu a rychle se zvýší její viskozita. Struska je pak ze stavu podchlazené kapaliny velmi rychle, buď přímo na chlazeném prodyšném povrchu nebo v proudu vzduchu pod tímto povrchem zchlazena na teplotu pod spodní hranici skelného transformačního intervalu a vitrifikována.

30 Objasnění výkresů

Způsob výroby vitrifikace metalurgických strusek a jejich následného zpracování bude snadněji pochopitelné z příkladů uskutečnění i z připojených obrázků, na kterých:

- 35 obr. 1 představuje v řezu plochý proud roztavené strusky vytékající z naklonitelné vyhřívané distribuční nádrže, který dopadá pod úhlem 15° na pohyblivý drátěný pás chlazený střídavými laminárními proudy vzduchu;
- 40 obr. 2 představuje v řezu řadu proudu roztavené strusky ve tvaru vláken vytékajících z otvorů na dně distribuční nádrže, který dopadá na rotující perforovaný buben ze žárovevné oceli o průměru 5 m chlazený laminárními proudy vzduchu směřovanými radiálně k povrchu bubnu ze vnitřní i vnější strany povrchu bubnu; a
- 45 obr. 3 představuje v řezu plochý proud roztavené strusky vytékající z transportní kolihy přes distribuční žlab a vytváří plochý vertikální proud strusky, který je desintegrován pulzujícím proudem vzduchu a unášen na horizontální drátěný pás na kterém je materiál strusky dochlazen a vitrifikován.

50 Příklady uskutečnění vynálezu

- Současný vynález bude popsán pomocí konkrétních uskutečnění a s odkazem na určité výkresy, ale vynález tímto není omezen, ale pouze nároky. Popsané výkresy jsou pouze schematické a nejsou uvažovány jako omezující. Na výkresech může být velikost některých prvků zveličena

a tyto nemusí být nakresleny v měřítku z ilustrativních důvodů. Rozměry a relativní rozměry neodpovídají skutečným zmenšením při výkladu vynálezu.

- 5 Dále výrazy první, druhý a podobné výrazy v popisu a v nárocích jsou použity pro rozlišení mezi podobnými prvky a nemusí to být pro popis následnosti, nebo dočasnosti, či prostoru, nadřazenosti nebo jiným dalším způsobem. Je třeba rozumět tomu, že takto použité výrazy jsou zaměnitelné za určitých okolností a že uskutečnění vynálezu, jak je popsáno zde, je schopné výkonu v jiných sekvencích, než jsou popsány nebo zobrazeny zde.
- 10 Navíc výrazy nahoře, dole, první druhý a podobné v popisu a nárocích jsou použity k popisným účelům a nemusí nutně popisovat jejich požadovanou situaci. Je třeba rozumět tomu, že takto použité výrazy jsou za určitých okolností zaměnitelné, a že uskutečnění vynálezu, jak je zde popsáno, je schopné provozu i v dalších orientacích, než je popsáno nebo zobrazeno zde.
- 15 Je třeba poznamenat, že výraz „zahrnující“, používaný v nárocích, nelze vykládat tak, jako že omezuje nárok výhradně na výrazy dále uvedené; nevylučují se tedy další prvky nebo kroky. Je tedy nutné je vykládat jako uvedení představené vlastnosti, celku, kroků nebo dílů, na které odkazuje, ale nevylučuje přítomnost nebo dodání jedné nebo více dalších vlastností, celků, kroků nebo složek, nebo jejich skupin.

20

Příklad 1 – Výroba na suché cestě vitrifikované vysokopecní strusky

Tabulka č. 1 – chemické složení roztavené vysokopecní strusky

Složka	Obsah v % hmotnosti
CaO	40,20
MgO	8,7
SiO ₂	39,8
Al ₂ O ₃	8,3
FeO	0,6
MnO	0,1
P ₂ O ₅	0,25
S	0,5
Ostatní	2,55

25

- 30 Tekutá roztavená vysokopecní struska i o složení uvedeném v tabulce č. 1 a teplotě 1420 °C je z transportní koliby 14 vylévána přes žlab do vyhřívané distribuční nádoby 11 ze které je vypouštěna uzavíratelnou štěrbinou 10 o šíři 7,5 mm, situovanou na jejím dně, a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 7,5 mm, a dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás ze žárovevné oceli 4, pohybující se rychlostí 2,25 m.min⁻¹ s proudem taveniny pod úhlem 15°. Drátěný pás sestávající z drátů ze žárovevné oceli s volnou plochou 46 % je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, směřujícími k chlazenému povrchu pod úhlem 90°, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových clon v celkovém množství 60 ks, umístěnými pod a nad drátěným dopravním pasem, ze kterého je po zchlazení vitrifikovaná vysokopecní struska odstraňována mechanickým oklepem 7. Při síle plochého proudu roztavené strusky o hustotě 3050 kg/m³ a výše uvedené rychlosti je zachyceno na vzduchem chlazeném povrchu drátěného pásu 10.17 kg strusky/lm². Pro ochlazení tohoto množství v průběhu prvních 120 vteřin na teplotu nižší než 400 °C je přivedeno celkem 17 m³ vzduchu o teplotě vnějšího prostředí na každý m² pásu s přilnutou struskou a dalších 11,5 m³ vzduchu o teplotě vnějšího prostředí na každý m² pásu v průběhu dalších 3 minut, pro dochlazení strusky na teplotu nižší než 200 °C a k dochlazení hmoty pásu na teplotu blízkou teplotě okolního prostředí.

40

Příklad 2 – Výroba na suché cestě vitrifikované ocelářské strusky

Tabulka č. 2 – chemické složení roztavené ocelářské strusky

5

Složka	Obsah v % hmotnosti
CaO	34,8
MgO	6
SiO ₂	17,4
Al ₂ O ₃	1,8
FeO	29,2
MnO	4,7
P ₂ O ₅	1,8
S	0,2
Ostatní	3,05

Tekutá roztavená ocelářská struska 1 o složení uvedeném v tabulce č. 2 s nízkou viskozitou, o teplotě 1520 °C a hustotě 3140 kg/m³, je z transportní koliby 14 vylévána přes žlab do vyhřívané distribuční nádoby 11, ze které je vypouštěna uzavíratelným výpustním otvorem ve tvaru šterbiny 10 o šíři 5 mm, situovanou na jejím dně, a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 5 mm, a dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás ze žárovevné oceli 4, pohybující se rychlostí 6,5 m.min⁻¹ s proudem taveniny pod úhlem 10°. Drátěný pás s volnou plochou 36 % je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, které směřují na chlazený povrch pod úhlem 90° a které jsou vytvářeny dvěma sadami vzduchových šterbinových trysek v celkovém počtu 76 ks, umístěných pod a nad drátěným dopravním pasem, ze kterého je po zchlazení vitrifikovaná ocelářská struska odstraňována mechanickým oklepem 7. Při dané rychlosti pohybu pásu, síle proudu strusky a její hustoty je množství strusky chlazené na 1 m² drátěného pásu 4,54 kg. Množství vzduchu přiváděné na chlazený povrch drátěného dopravního pásu je na prvních šesti metrech délky drátěného pásu 14,5 m³/1 m² k dochlazení strusky na teplotu pod 400 °C a dalších 10,5 m³/m² na zbylé délce pásu. pro dochlazení strusky na teplotu pod 200 °C a dochlazení materiálu pásu na teplotu blízkou teplotě okolního prostředí.

Příklad 3 – Vitifikace roztavené ocelářské strusky na suché cestě

Tekutá roztavená ocelářská struska 1 o složení uvedeném v tabulce č. 2 s nízkou viskozitou, o teplotě 1520 °C a hustotě 3180 kg/m³ je z transportní koliby 14 vylévána přes žlab do vyhřívané distribuční nádoby. ze které je vypouštěna uzavíratelným výpustním otvorem ve tvaru šterbiny 10 o šíři 15 mm. situovanou na jejím dně, a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 15 mm, a dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás 4 ze žárovevné oceli s volnou plochou 50 %, pohybující se rychlostí 30 m.min⁻¹ s proudem taveniny pod úhlem 75°. Roztavená struska je na drátěném pásu s volnou plochou 50 % rozdělena na dílčí proudy, které projdou skrz drátěný pás. Při kontaktu se vzduchem chlazeným povrchem pohybujícího se drátěného pásu zároveň dojde ke rychlému zvýšení viskozity strusky, snížení jejího objemu a k rozdělení dílčích proudu na jednotlivé kapky. Ty jsou pak v silném proudě vzduchu, svírajícím se směrem pohybu drátěného pásu úhel 10°. zchlazený na teplotu nižší než 200 °C. Zbylá část strusky, která ulpěla na povrchu drátěného pásu je ochlazená laminárními proudy vzduchu, které směřují na chlazený povrch pod úhlem 90° a které jsou vytvářeny dvěma sadami vzduchových šterbinových trysek v celkovém počtu 40 ks, umístěných pod a nad drátěným dopravním pasem, ze kterého je tato zbylá vitrifikovaná struska odstraňována mechanickým oklepem 7.

Příklad 4 – Vitifikace roztavené vysokopecní strusky na suché cestě

Tekutá roztavená vysokopecní struska 1 o složení uvedeném v tabulce č. 1, o teplotě 1420 °C a hustotě 3060 kg/m³ je z transportní koliby 14 vylévána přes žlab do vyhřívané distribuční nádoby

11, ze které je vypouštěna uzavíratelným výpustním otvorem ve tvaru štěrbin 10 o šíři 7 mm, situovanou na jejím dně, a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 7 mm, který je třemi za sebou následujícími pulzujícími proudy vzduchu, v celkovém množství 1,2 m³ /1kg roztavené strusky, o frekvenci 2 Hz desintegrován na dílčí proudy a kapky, materiál strusky je podchlazen, unášen a přitlačen na vzduchem chlazený drátěný pás s volnou plochou 33 % 4, pohybující se rychlostí 15 m.min⁻¹, který svírá s původním směrem proudu taveniny úhel 45°. Částečně utuhlá struska předběžně ochlazená proudem vzduchu je na pohybujícím se drátěném pásu ochlazená na teplotu nižší než 200 °C přivedením laminárního proudu vzduchu pod úhlem 90° k povrchu pásu v množství 1,6 m³/1 kg v časovém úseku 60 sekund a odstraňována mechanickým oklepem 7.

Příklad 5 – Výroba jemně mleté na suché cestě vitrifikované vysokopecní strusky

Tekutá roztavená vysokopecní struska 1 o složení uvedeném v tabulce č. 1 a teplotě 1420 °C je z transportní koliby 14 vylévána přes žlab do vyhřívané distribuční nádoby 11, ze které je vypouštěna přes přepad 3 v plochem proudu 2 o síle 15 mm. který dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás ze žárovevné oceli 4, pohybující se rychlostí 2,25 m.s⁻¹ s proudem taveniny pod úhlem 15°. Drátěný pás sestávající z drátů ze žárovevné oceli s volnou plochou 46 % je chlazený 40 laminárními proudy vzduchu 16, z nichž první je směřován ze strany, na kterou natéká na chlazený povrch roztavená struska, a který přitlačuje proud strusky ke chlazenému povrchu na prvních 5 metrech jeho délky a 32 pulzujícími proudy vzduchu 16 na zbylé délce pásu. které směřují ke chlazenému povrchu pod úhlem 60°, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových clon v celkovém množství 72 ks, umístěnými pod a nad drátěným dopravním pasem, ze kterého je po zchlazení vitrifikovaná vysokopecní struska odstraňována mechanickým oklepem 7. Při síle plochého proudu roztavené strusky o hustotě 3050 kg/m³ a výše uvedené rychlosti je zachyceno na vzduchem chlazeném povrchu drátěného pásu 10,17 kg strusky / lm² Pro ochlazení tohoto množství v průběhu prvních 120 vteřin na teplotu nižší než 400 °C je přivedeno celkem 17 m³ vzduchu o teplotě vnějšího prostředí na každý m² pásu s přilnutou struskou a dalších 11,5 m³ vzduchu o teplotě vnějšího prostředí na každý m² pásu v průběhu dalších 3 minut, pro dochlazení strusky na teplotu nižší než 200 °C a k dochlazení hmoty pásu na teplotu blízkou teplotě okolního prostředí. Chladná vitrifikovaná vysokopecní struska je dále dopravována do zásobníku, ze kterého je přiváděna ke středu pracovního prostoru vysokorychlostního mlýna, kde je jemně mleta mezi dvěma rotory o průměru 800 mm, vzdálenými od sebe 50 mm a které se otáčejí v opačném smyslu každý s obvodovou rychlostí 110 m.s⁻¹. Na těchto rotorech jsou situována pracovní tělesa ve tvaru hranolu o lichoběžníkovém průřezu. Prostřednictvím interakcí s těmito tělesy a vzájemnými interakcemi mezi sebou jsou rozpojovány partikule vitrifikované strusky na jemný prášek o velikosti zrn do 50 μm.

Příklad 6 – Výroba jemně mleté na suché cestě vitrifikované ocelářské strusky

Tekutá podchlazená roztavená ocelářská struska 1 o, teplotě 1385 °C a hustotě (při dané teplotě) 3180 kg/m³ a složení uvedeném v tabulce č. 2 je z transportní koliby 14 vylévána přes žlab do vyhřívané distribuční nádoby 11, ze které je vypouštěna uzavíratelným výpustním otvorem ve tvaru štěrbin 10 o šíři 7,5 mm. situovanou na jejím dně, a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 7,5 mm, a dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás 4 ze žárovevné oceli, pohybující se rychlostí 3 m.min⁻¹ s proudem taveniny pod úhlem 10°. Drátěný pás 4, který je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových clon – transvektorů v celkovém počtu 90 ks, umístěnými střídavě pod a nad drátěným dopravním pasem. Drátěný pás 4 je na jeho prvních osmi metrech od kontaktu s roztavenou struskou chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových štěrbinových clon – transvektorů v celkovém počtu 160 ks vytvářenými dvěma sadami vzduchových clon umístěnými střídavě nad a pod drátěným dopravním pasem. Na těchto prvních třech metrech délky je struska zchlazena v průběhu 60 sekund od kontaktu s pasem zchlazena na teplotu nižší než 380 °C. Na dalších 3 m délky pásu 4 je struska zchlazena v průběhu dalších 140 s na teplotu nižší než 200 °C. Po tomto zchlazení je vitrifikovaná vysokopecní struska odstraňována z pásu mechanickým

- oklepem 7 a pás je pak dalším proudem vzduchu zchlazen na teplotu pod 100 °C. Při výše uvedené teplotě a hustotě strusky je množství vzduchu přiváděné na 1 m² prvních osmi metrech chlazeného povrchu 12,2 m³, kde je chlazená struska na teplotu spodní hranice transformačního intervalu, tedy na 380 °C. Na další dochlazení strusky na teplotu pod 200 °C a na dochlazení pásu na teplotu pod 100 °C je potřeba dalších 8,2 m³ vzduchu o teplotě okolního prostředí, který je přiváděn ke chlazenému povrchu fukary se šterbinovými výstupy v úhlu 45° až 60°. Z pásu je zchlazená struska přiváděna do zásobníku, ze kterého je po zchlazení vitrifikovaná ocelářská struska odstraňována mechanickým oklepem 7 a je přiváděna ke středu pracovního prostoru vysokorychlostního mlýna, kde je jemně mleta mezi dvěma rotory o průměru 800 mm. vzdálenými od sebe 50 mm a které se otáčí v opačném smyslu každý s obvodovou rychlostí 110 m.s⁻¹. Na těchto rotorech jsou situována pracovní tělesa ve tvaru hranolu o obdélníkovém průřezu. Prostřednictvím interakcí s těmito tělesy a vzájemnými interakcemi mezi sebou jsou rozpojovány partikule vitrifikované strusky nájemný prášek o velikosti zrn do 50 µm.
- 15 Příklad 7 – Výroba chemicky modifikované ocelářské strusky pomocí přidání přísady do roztavené strusky

Tabulka č. 3

Složka	Obsah prvků v ocelářské strusce v % hmotnosti	Obsah prvků v přísadě v % hmotnosti
CaO	34,8	27
MgO	6	0
SiO ₂	17,4	73
Al ₂ O ₃	1,8	0
FeO	29,2	0
MnO	4,7	0
P ₂ O ₅	1,8	0
S	0,2	0
Ostatní	3,05	0

- 20 Do transportní koliby 14 je vždy těsně před nalitím ocelářské z pánve nasypána směs granulí přísady 12, přehřátých na 850 °C vzduchem z chlazení strusky, sestávajících ze 27 % CaO a 73 % SiO₂ hmotnosti a o velikosti od 1 mm do 5 mm v množství 26 dílů hmotnostních na 100 dílů hmotnostních strusky. Složení strusky 1 příměsí je uvedeno v tabulce č. 3. Po každém nalití strusky do transportní koliby je povrch strusky pokryt exotermickým zásypem, bránícím strusce v ochlazení pod teplotu liquidu. Z transportní koliby 14 je takto modifikovaná struska vylévána přes žlab do vyhříváné distribuční nádoby 11, ze které je vypouštěna uzavíratelným výpustním otvorem ve tvaru šterbiny 10 o šíři 7,5 mm, situovanou na jejím dně, a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 7,5 mm, a dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás ze žárovečné oceli 4, pohybující se rychlostí 2,5 m.min⁻¹ s proudem taveniny pod úhlem 18°. Drátěný pás je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových clon – transvektorů v celkovém množství 90 ks, vytvářenými dvěma sadami vzduchových clon umístěnými pod a nad drátěným dopravním pásem. Celkové množství přiváděné na prvních 3 metrech chlazeného pásu od kontaktu s roztavenou struskou je přiváděno pomocí šterbinových trysek přiváděno na 1m² pásu 22,1 m³ vzduchu o teplotě okolního prostředí, pro zchlazení strusky na teplotu pod 400 °C a dalších 12,6 m³ vzduchu na zbylé délce pásu pro dochlazení strusky a materiálu pásu na teplotu pod 100 °C. Z drátěného pásu je po zchlazení chemicky modifikovaná vitrifikovaná ocelářská struska odstraňována mechanickým oklepem a lze ji použít jako analog granulované vysokopecní strusky.
- 40 Příklad 8 – Výroba jemně mleté chemicky modifikované ocelářské strusky – analogu jemně mleté granulované vysokopecní strusky

Tabulka č. 4 – složení nemodifikované ocelářské strusky, vysokopecní strusky

Složka	Obsah složek v ocelářské strusce v % hmotnosti	Obsah složek v granulované vysokopecní strusce	Obsah složek v přísadě pro modifikaci ocelářské strusky v % hmotnosti
CaO	34,8	40,20	25
MgO	6	8,7	0
SiO ₂	17,4	39,8	75
Al ₂ O ₃	1,8	8,3	0
FeO	29,2	0,61	0
MnO	4,7	0,1	0
P ₂ O ₅	1,8	0,25	0
S	0,2	0,5	0
Ostatní	3,05	2,55	0

Z transportní koliby 14 je roztavená ocelářská struska o složení uvedeném v tabulce č. 4, o teplotě 1520 °C přiváděna žlabem do plynovým hořákem vyhřívané distribuční nádoby 11, kde je k ní přidáváno 16 % hmotnosti v rotační peci roztavené přísady 13 o složení uvedeném v tabulce č. 4. V rotační peci je v nejteplejším místě udržovaná teplota 1460 °C přísada prochází rotační pecí po dobu 27 minut. Chemicky modifikovaná struska je z vyhřívané distribuční nádoby 11 vypouštěna uzavíratelným výpustním otvorem ve tvaru šterbiny 10 o šíři 7,5 mm. situovanou na jejím dně, a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 7,5 mm, a dopadá na pohyblivý povrch kovového perforovaného bubnu 4 ze žárovečné oceli, pohybující se obvodovou rychlostí 6,5 m.min⁻¹ a setkává se s proudem taveniny pod úhlem 18°. Perforovaný povrch bubnu je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových clon – transvektorů v celkovém množství 90 ks. vytvářenými dvěma sadami vzduchových clon umístěnými uvnitř a vně bubnu. Celkové množství přiváděné na prvních 6,5 metrech chlazeného povrchu od kontaktu s roztavenou struskou je přiváděno pomocí šterbinových trysek přiváděno na 1 m² chlazeného povrchu 22,1 m³ vzduchu o teplotě okolního prostředí, pro zchlazení strusky na teplotu pod 400 °C a dalších 12,6 m³ vzduchu na zbylé obvodu bubnu pro dochlazení strusky a materiálu povrchu bubnu na teplotu pod 100 °C. Po zchlazení je chemicky modifikovaná vitrifikovaná ocelářská struska odstraňována z povrchu bubnu mechanickým oklepem a je míchána s 15 % hmotnosti granulované vysokopecní strusky o složení uvedeném v tabulce č. 4. vztaženo na hmotnost původní roztavené ocelářské strusky. Takto připravená směs, předběžně zjemněná ve dvouválcovém mlýnu na zrnitost pod 0,3 mm je přiváděna ke středu pracovního prostoru vysokorychlostního mlýna, kde je jemně mleta mezi dvěma rotory o průměru 800 mm, vzdálenými od sebe 50 mm a které se otáčí v opačném smyslu každý s obvodovou rychlostí 110 m.s⁻¹. Na těchto rotorech jsou situována pracovní tělesa ve tvaru hranolů o lichoběžníkovém průřezu. Prostřednictvím interakcí s těmito tělesy jsou rozpojovány partikule vitrifikované strusky na jemný prášek o velikosti zrn do 50 μm. který může být použit analogicky jako jemně mletá granulovaná vysokopecní struska.

30 Příklad 9 – Vitifikace a následná chemická modifikace bazické ocelářské strusky

Tekutá roztavená bazická ocelářská struska 1 o, teplotě 1520 °C a hustotě (při dané teplotě) 3140 kg/m³ a složení uvedeném v tabulce č. 2 je z transportní koliby vylévána přes žlab do vyhřívané distribuční nádoby 11 ze které je vypouštěna uzavíratelným výpustním otvorem ve tvaru šterbiny 10 o šíři 7,5 mm, situovanou na jejím dně, a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 7,5 mm, a dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás ze žárovečné oceli 4, pohybující se rychlostí 8 m.min⁻¹ s proudem taveniny pod úhlem 10°. Drátěný pás 4, který je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových clon – transvektorů v celkovém počtu 160 ks, umístěnými střídavě pod a nad drátěným dopravním pásem. Drátěný pás 4 je na jeho prvních osmi metrech od kontaktu s roztavenou struskou chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových šterbinových clon – transvektorů v celkovém počtu 160 ks vytvářenými a umístěnými střídavě nad a pod drátěným

dopravním pasem. Na těchto prvních osmi metrech délky je struska zchlazena v průběhu 60 sekund od kontaktu s pásem zchlazena na teplotu nižší než 380 °C. Na dalších 5 m délky pásu 4 je struska zchlazena v průběhu dalších 140 s na teplotu nižší než 200 °C. Po tomto zchlazení je vitrifikovaná vysokopecní struska odstraňována z pásu mechanickým oklepem a pás je pak dalším proudem vzduchu zchlazen na teplotu pod 100 °C. Při výše uvedené teplotě a hustotě strusky je množství vzduchu přiváděné na 1 m² prvních osmi metrech chlazeného povrchu 10,2 m³, kde je chlazená struska na teplotu spodní hranice transformačního intervalu, tedy na 380 °C. Na další dochlazení strusky na teplotu pod 200 °C a na dochlazení pásu na teplotu pod 100 °C je potřeba dalších 8,2 m³ vzduchu o teplotě okolního prostředí, který je přiváděn ke chlazenému povrchu fukary se štěrbinovými výstupy v úhlu 45° až 60°. Takto vitrifikovaná bazická ocelářská struska je z chlazeného drátěného pásu odstraňována oklepem a je smíchána se 42 % hmotnosti granulované vysokopecní strusky o zrnitosti do 5 mm a složení uvedeném v tabulce č. 4, vztaženo na hmotnost původní roztavené ocelářské strusky. k vytvoření směsi vitrifikovaných granulovaných strusek, použitelné v analogických aplikacích jako samotná granulovaná vysokopecní struska.

15
Příklad 10 – Vitifikace analogu vysokopecní strusky vznikající při získávání solí Li a dalších alkalických kovů ze slídových koncentrátů v rotační peci evaporační metodou

20
Tabulka č. 5 – složení strusky (taveniny) ze získávání solí alkalických kovů v rotační peci metodou evaporace

Složka	% hmotn.
CaO	45,29
MgO	0,2
SiO ₂	34,94
Al ₂ O ₃	13,00
Fe ₂ O ₃	6,75

Roztavená struska 1 o složení uvedeném v tabulce č. 5 a hustotě 3 108 kg/m³, vytékající rovnoměrně z. rotační pece v množství 45 t/hod je vylévána do naklonitelné distribuční nádoby 11. předehřáté na 1360 °C, ze které je rovnoměrně vypouštěna přepadem v širokých vertikálně se pohybujících prouděch 2 o síle 7 mm na 8 pohyblivých drátěných dopravních pásů ze žárovečné oceli 4 umístěných 0,5 m pod distribuční nádobou, každý o šíři 2,5 m, které se na prvních 6,2 m délky pohybují stejným směrem jako proud taveniny se kterým svírají úhel 17°, rychlostí 3,6 m.min⁻¹. Drátěný pás je chlazený laminárními proudy vzduchu 5. vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových štěrbinových trysek v celkovém počtu 90 ks umístěných nad a pod drátěným dopravním pasem. Ke zchlazení strusky na teplotu pod 400 °C v průběhu 120 s na prvních 6,2 m chlazeného drátěného pásu od jeho kontaktu se struskou, se přivádí 12,8 m³ vzduchu na 1 m² chlazeného povrchu. Na další dochlazení strusky a materiálu pásu na teplotu okolního prostředí se přivádí na zbylé délce pásu o celkové délce 15,6 m dalších 4,6 m³ vzduchu na 1 m² chlazeného povrchu. Z chlazeného drátěného pásu je po zchlazení vitrifikovaná vysokopecní struska odstraňována mechanickým oklepem 7 a je přiváděna ke středu pracovního prostoru vysokorychlostního mlýna, kde je jemně mleta mezi dvěma rotory o průměru 800 mm. vzdálenými od sebe 50 mm a které se otáčejí v opačném smyslu každý s obvodovou rychlostí 110 m.s⁻¹. Na těchto rotorech jsou situována pracovní tělesa ve tvaru hranolů o lichoběžníkovém průřezu. Prostřednictvím interakcí s těmito tělesy a vzájemnými interakcemi mezi sebou jsou rozpojovány partikule vitrifikované strusky na jemný prášek o velikosti zrn do 50 μm. využitelný analogicky jako jemně mletá granulovaná vysokopecní struska.

45
Příklad 11 – Výroba na suché cestě vitrifikované kyselé strusky procesu tavení měděných rud technologií Ausmelt

Tabulka č. 6 – složení kyselé strusky ze zpracování měděných sulfidických rud technologií Ausmelt

Složka	% hmotn.
CaO	1,2
MgO	0,8
SiO ₂	74,7
Al ₂ O ₃	16,9
Fe ₂ O ₃	5,6
Ostatní	0,8

Z transportní struskové pánve je tekutá roztavená kyselá struska 1 zpracování sulfidických měděných rud procesem Ausmelt o složení uvedeném v tabulce č. 6, hustotě 2,68 t/m³ a teplotě 1450 °C přiváděna žlabem do plynovými hořáky vyhřívané distribuční nádoby 11, ze které je vypouštěna přepadem a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 12 mm, a dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás ze žárovevné oceli 4, pohybující se rychlostí 1,2 m.min⁻¹ s proudem taveniny pod úhlem 35°. Drátěný pás je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových štěrbinových trysek v celkovém počtu 72 ks, umístěnými nad a pod drátěným dopravním pasem. Ke zchlazení strusky na teplotu 480 °C, tedy pod spodní hranici transformačního intervalu, za dobu 120 s se přivádí celkem 32 m³ vzduchu na 1 m² chlazeného povrchu. Na další dochlazení strusky a materiálu pásu na teplotu okolního prostředí se přivádí na zbylé délce pásu o celkové délce 12 m dalších 6,2 m³ vzduchu na 1 m² chlazeného povrchu. Z chlazeného drátěného pásu je po zchlazení vitrifikovaná kyselá struska odstraňována mechanickým oklepem a je předběžně zjemněna mezi dvěma v opačném smyslu se stejnou rychlostí se otáčejícími válci na zrnitost pod 0,5 mm, a je přiváděna ke středu pracovního prostoru vysokorychlostního mlýna, kde je jemně mleta mezi dvěma rotory o průměru 800 mm, vzdálenými od sebe 50 mm a které se otáčí v opačném smyslu každý s obvodovou rychlostí 110 m.s⁻¹. Na každém z rotoru jsou situována pracovní tři pracovní tělesa ve tvaru kruhových bariér, se středy na ose otáčení rotorů, přičemž tyto bariéry mají lichoběžníkový průřez. Prostřednictvím interakcí s těmito tělesy a v zóně stlačení mezi pracovními tělesy rovněž pomocí vzájemných interakcí, jsou rozpojovány partikule vitrifikované strusky na jemný prášek o velikosti zrn do 40 μm, využitelný jako vysoce aktivní pucolánový materiál vhodný jako složka cementů na bázi portlandského slinku, jako přísada do betonu nebo jako základ pro výrobu alkalicky aktivovaných pojiv.

Příklad 12 – Vitrifikace a chemická modifikace strusky z tandemové pece

Tabulka č. 7 – Složení bazické strusky z tandemové ocelářské pece a přísady k její chemické modifikaci

Složka	Obsah prvku v ocelářské strusce z tandemové pece v % hmotnosti	Obsah prvků v přísadě v % hmotnosti
CaO	30,21	28
MgO	6,51	0
SiO ₂	16,96	72
Al ₂ O ₃	3,94	0
FeO	30,5	0
MnO	5,24	0
P ₂ O ₅	1,5	0
S	0,06	0
Ostatní	5,08	0

Roztavená bazická struska 1 i z tandemové pece o teplotě D 195 °C a hustotě 3220 kg/m³ a složení uvedeném v tabulce č. 7 je z transportní koliby 14 přes žlab vylévána do naklonitelné distribuční nádoby 11, do které se přivádí hořákem 8 prášková přísada 12 o složení uvedeném v tabulce č. 7 v množství 26 % hmotnosti, vztaženo ke hmotnosti roztavené strusky. Přísada je natavována přímo

v hořáku, který vyhřívá distribuční nádobu na teplotu vyšší než 1385 °C. V distribuční nádobě dojde přivedením natavené přísady k chemické modifikaci strusky. Z naklonitelné distribuční nádoby je chemicky modifikovaná struska rovnoměrně vypouštěna přepadem v širokých vertikálně se pohybujících proudech 2 o síle 7 mm pohyblivý vzduchem chlazený drátěný pás ze žárovevné oceli 18 o šíři 2,5 m, umístěný 0,5 m pod distribuční nádobou, který se na prvních 5 m délky pohybuje stejným směrem jako proud taveniny se kterým svírá úhel 12°, rychlostí 2,6 m.min⁻¹. Drátěný pás je chlazený laminárními proudy vzduchu 16, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových šterbinových trysek v celkovém počtu 120 ks vytvářenými umístěnými pod a nad drátěným dopravním pasem. Na prvních 5,4 metrech délky je struska zchlazena v průběhu 140 sekund od kontaktu s pásem zchlazena vzduchem v množství 34 m³/m² na teplotu nižší než 400 °C/na dalších 5 m délky pásu 18 je struska zchlazena v průběhu dalších 140 s na teplotu nižší než 200 °C pomocí proudů vzduchu dopadajících na chlazený povrch kolmo v množství 15 m³/m² chlazeného povrchu a na zbylých 5 m je pás dochlazen střídavými plochými laminárními proudy vzduchu, které dopadají kolmo na jeho povrch v množství 10 m³/m² chlazeného povrchu. Po tomto zchlazení je vitrifikovaná chemicky modifikovaná ocelářská struska odstraňována z pásu mechanickým oklepem a samovolně dochlazená na skládce. Zchlazená chemicky modifikovaná vitrifikovaná ocelářská struska z tandemové pece je využitelná analogicky, jako granulovaná vysokopecní struska.

20 Příklad 13 – Výroba vysokopecního cementu na bázi na suché cestě vitrifikované vysokopecní strusky

Na suché cestě vitrifikovaná vysokopecní struska o složení uvedeném v tabulce č. 1 a velikosti zrn do 15 mm je spolu 10 % hmotnosti portlandského slínku o velikosti zrn do 15 mm. vztaženo ke hmotnosti vitrifikované vysokopecní strusky přiváděna ke středu pracovního prostoru vysokorychlostního mlýna, kde je jemně mleta mezi dvěma rotory o průměru 800 mm. vzdálenými od sebe 60 mm a které se otáčí v opačném smyslu každý s obvodovou rychlostí 115 m.s⁻¹. Na těchto rotorech jsou situována pracovní tělesa ve tvaru hranolu o výšce 58 mm v celkovém množství 160 ks. Prostřednictvím interakcí s těmito tělesy a vzájemnými interakcemi mezi sebou jsou zrna vitrifikované vysokopecní strusky a portlandského slínku rozpojována a homogenizována na vysokopecní cement o velikosti zrn do 40 μm.

Příklad 14 – Výroba pojiva pro briketování jemnozrnných železných rud

35 Tabulka č. 8 – složení popelu přidávaných k vitrifikované ocelářské strusce

Popílek	Obsah složek v % hmotn.									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	zž
Granulační	50,25	28,01	3,1	1,35	2,4	9,33	0,6	0,52	4,44	50,25
Fluidní	42,34	19,44	20,21	2,49	1,69	5,79	5,26	0,37	2,41	42,34

Na suché cestě vitrifikovaná ocelářská struska o složení uvedeném v tabulce č. 3 předemletá ve dvouválcovém mlýně spolu s portlandským slínkem v množství 20 % hmotnosti, vztaženo ke hmotnosti vitrifikované ocelářské strusky, je spolu s granulačním (klasickým) popelem v množství 10 % hmotnosti a fluidním popelem v množství 10 % hmotnosti, vztaženo ke hmotnosti vitrifikované ocelářské strusky, se přivádí ke středu pracovního prostoru vysokorychlostního mlýna, kde je jemně mleta mezi dvěma rotory o průměru 800 mm, vzdálenými od sebe 50 mm a které se otáčí v opačném smyslu každý s obvodovou rychlostí 120 m.s⁻¹. Na každém z rotoru jsou situována tři pracovní tělesa ve tvaru kruhových bariér, se středy na ose otáčení rotorů, přičemž tyto bariéry mají lichoběžníkový průřez. Prostřednictvím interakcí s těmito tělesy a v zóně stlačení mezi pracovními tělesy rovněž pomocí vzájemných interakcí, jsou rozpojovány partikule mleté směsi na jemný prášek o velikosti zrn do 40 μm. který je využitelný jako pojivo pro briketování jemnozrnných Fe – rud, nebo jako stavební pojivo pro budování podkladových vrstev.

Příklad 15 – Výroba geopolymerního pojiva na bázi-na suché cestě vitrifikované vysokopecní strusky

- 5 Na suché cestě vitrifikovaná vysokopecní struska o složení uvedeném v tabulce č. 1 a velikosti zrn do 15 mm je spolu 4 % hmotnosti práškového CaO, 7 % hmotnosti NaOH a 10 % hmotnosti pevného Na₂SiO₃ mm, vztaženo ke hmotnosti vitrifikované vysokopecní strusky přiváděna ke středu pracovního prostoru vysokorychlostního mlýna, kde je jemně mleta mezi dvěma rotory o průměru 800 mm, vzdálenými od sebe 60 mm a které se otáčejí v opačném smyslu každý s obvodovou rychlostí 115 m.s⁻¹. Na těchto rotorech jsou situována pracovní tělesa ve tvaru hranolů o výšce 58 mm v celkovém množství 160 ks. Prostřednictvím interakcí s těmito tělesy a vzájemnými interakcemi mezi sebou jsou zrna vitrifikované vysokopecní strusky a portlandského slínku rozpojována a homogenizována na suché geopolymerní pojivo o velikosti zrn do 40 μm.

- 15 Příklad 16 – Snížení teploty liquidu a chemická modifikace ocelářské strusky a její vitrifikace na suché cestě

- Do transportní kolihy je vždy těsně před nalitím ocelářské z pánve nasypána směs granulí přísady 12, předehřátých na 850 °C vzduchem z chlazení strusky. sestávajících ze 27 % CaO a 73 % SiO₂ hmotnosti a o velikosti od 1 mm do 5 mm v množství 26 dílů hmotnostních na 100 dílů hmotnostních strusky 0,6 dílu taviva složeného z 50 % hmotnostních CaF₂ a 50 % hmotnostních KAl₂(AlSi₃O₁₀)(OH,F). Složení strusky i příměsi je uvedeno v tabulce č. 3. Po každém nalití strusky do transportní koliby je povrch strusky pokryt exotermickým zásypem, bránícím strusce v ochlazení pod teplotu liquidu. Z transportní koliby 14 je takto modifikovaná struska se sníženou teplotou liquidu o 100 °C vylévána přes distribuční žlab 15 a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 10 mm. Ve vzdálenosti cca 50 cm pod spodní hranou distribučního žlabu 15 je tento proud roztavené strusky o nízké viskozitě zachycen a dezintegrován proudem pulzujícího vzduchu o rychlosti 30 m.s⁻¹, v množství 1,2 m³/l kg roztavené strusky který se směrem vertikálního proudu roztavené strusky svírá úhel 90° na jednotlivé dílčí proudy a kapky. Tímto pulzujícím proudem vzduchu jsou tyto dílčí proudy a kapky roztavené strusky podchlazeny a unášeny na drátěný horizontální dopravní pás, kde dojde k dochlazení strusky a její vitrifikaci. Drátěný pás je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad vzduchových clon – transvektorů v celkovém množství 60 ks, vytvářenými dvěma sadami vzduchových clon umístěnými pod a nad drátěným dopravním pásem. Celkové množství přiváděné na prvních 3 metrech chlazeného pásu od kontaktu s roztavenou struskou je přiváděno pomocí šterbinových trysek přiváděno na 1 kg strusky je 1,4 m³ vzduchu o teplotě okolního prostředí, pro zchlazení strusky na teplotu pod 400 °C a dalších 11,6 m³ vzduchu na 1 m² pásu na zbylé délce pásu pro dochlazení strusky a materiálu pásu na teplotu pod 100 °C. Ze drátěného pásu je po zchlazení chemicky modifikovaná vitrifikovaná ocelářská struska odstraňována mechanickým oklepem 7 a lze ji použít jako analog granulované vysokopecní strusky.

Příklad 17 – Vitrifikace ocelářské strusky na suché cestě desintegrací proudu strusky protečením přes drátěný pás a dochlazení proudem vzduchu

- 45 Tekutá roztavená bazická ocelářská struska i o. teplotě 1520 °C a hustotě (při dané teplotě) 3140 kg/m³ a složení uvedeném v tabulce č. 2 je z transportní koliby vylévána přes žlab 14 na v plochém proudě 2 o tloušťce cca 7,5 mm, a dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás ze žáropevné oceli 4, pohybující se rychlostí 28 m.min⁻¹ s proudem taveniny pod úhlem 75°. Drátěný pás 4, který je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, dopadajícími kolmo k povrchu pásu. vytvářenými pomocí sady vzduchových clon – transvektorů v celkovém počtu 20 ks. umístěnými nad drátěným dopravním pásem, kterým struska proteče v dílčích proudech a kapkách. Následně je podchlazená struska v diskrétních partikulích unesena silným proudem vzduchu směřujícím kolmo ke směru pohybu pásu a svírá s jeho povrchem úhel 10°. Tímto proudem vzduchu o rychlosti 30 m.s⁻¹ v množství 2,8 m³/l kg unášené podchlazené roztavené strusky. ve kterém je tato zchlazena na teplotu nižší než 200 °C a je vitrifikována. Zbylá struska, která ulpěla na povrchu

pohyblivého pásu je dochlazena v průběhu 60s proudy vzduchu, kolmými k povrchu pásu v množství $1,5 \text{ m}^3/1 \text{ kg}$ strusky ulpělé na povrchu pásu.

Příklad 18 – Snížení teploty liquidu bazické ocelářské strusky a její vitifikace

5

Tekutá roztavená bazická ocelářská struska 1 o. teplotě 1385°C a hustotě (při dané teplotě) 3240 kg/m^3 a složení uvedeném v tabulce č. 2 v množství 90 dílu hmotnosti, je z transportní koliby vylévána přes žlab, na kterém je do proudu roztavené strusky je přisypáno tavidlo složené ze 30 % hmotnostních CaSiF_6 a 70 % biotitové slídy – $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe}_2)_3[(\text{OH},\text{F})_2(\text{Al},\text{Fe})\text{Si}_3\text{O}_{10}]$ v množství 10
10 dílu hmotnosti, do vyhřívané distribuční nádoby 11, ze které je vypouštěna uzavíratelným výpustním otvorem ve tvaru štěrbin 10 o šíři 5 mm, situovanou na jejím dně, a vytváří vertikálně se pohybující plochý proud 2 o tloušťce cca 5 mm, a dopadá na pohyblivý drátěný dopravní pás ze žáropevné oceli 4, pohybující se rychlostí $8 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ s proudem taveniny pod úhlem 10° . Drátěný pás 4, který je chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad
15 vzduchových clon – transvektorů v celkovém počtu 120 ks, umístěnými střídavě pod a nad drátěným dopravním pásem s tím, že první tři proudy vzduchu jsou situovány nad chlazeným povrchem. Druhý proud je pulzující s frekvencí 2 Hz. Tyto proudy vzduchu rozdělují a přitlačují proud strusky na drátěný pás. Drátěný pás 4 je na jeho prvních osmi metrech od kontaktu s roztavenou struskou chlazený laminárními proudy vzduchu 5, vytvářenými pomocí dvou sad
20 vzduchových štěrbinových clon – transvektorů v celkovém počtu 160 ks vytvářenými a umístěnými střídavě nad a pod drátěným dopravním pásem. Na těchto prvních osmi metrech délky je struska zchlazena v průběhu 60 sekund od kontaktu s pásem zchlazena na teplotu nižší než 380°C . Na dalších 5 m délky pásu 4 je struska zchlazena v průběhu dalších 140 s na teplotu nižší než 200°C . Po tomto zchlazení je vitifikovaná vysokopecní struska odstraňována z pásu
25 mechanickým oklepem a pás je pak dalším proudem vzduchu zchlazen na teplotu pod 100°C . Při výše uvedené teplotě a hustotě strusky je množství vzduchu přiváděné na 1 m^2 prvních osmi metrech chlazeného povrchu $10,8 \text{ m}^3$, kde je chlazená struska na teplotu spodní hranice transformačního intervalu, tedy na 380°C . Na další dochlazení strusky na teplotu pod 200°C a na dochlazení pásu na teplotu pod 100°C je potřeba dalších $9,4 \text{ m}^3$ vzduchu o teplotě okolního
30 prostředí, který je přiváděn ke chlazenému povrchu fukary se štěrbinovými výstupy v úhlu 45° až 60° .

Průmyslová využitelnost

35

Hlavní způsoby průmyslové využitelnosti vynálezu jsou popsány v předcházejících odstavcích.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob zpracování roztavené metalurgické strusky, **vyznačující se tím**, že se roztavená tekutá metalurgická struska (1) v alespoň jednom plochem tenkém proudu (2) o síle do 15 mm nebo v alespoň třech paralelních proudech (2) ve tvaru vláken o průměru do 15 mm, přivede pod úhlem ne větším než 90° do kontaktu s prodyšným kovovým nebo keramickým povrchem (4) s volnou plochou alespoň 20 %, který se pohybuje rychlostí v rozmezí 0,5 m.min⁻¹ až 30 m.min⁻¹ a v množství ne větším než 30 kg roztavené strusky na 1 m² povrchu, chlazeným vzduchem alespoň z jedné strany alespoň jedním kontinuálním a/nebo pulzujícím proudem vzduchu (5) o frekvenci pulzů alespoň 0,5 Hz a teplotě v rozmezí - 50 °C až + 100 °C a o rychlosti 10 m.s⁻¹ až 310 m.s⁻¹, v množství ne méně než 0,8 m³ vzduchu na 1 kg strusky, jehož směr svírá se směrem pohybu chlazeného povrchu úhel v rozmezí 10 ° až 90°, k ochlazení strusky na teplotu nižší než 500 °C za dobu kratší než 2 minuty a její vitrifikaci a k dalšímu ochlazení na teplotu nižší než 200 °C za dobu ne delší než 5 minut.
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačený tím**, že se první kontinuální nebo pulzující proud vzduchu ke chlazenému povrchu směřuje pod úhlem 30° až 90° k dezintegraci proudu strusky ještě před jeho kontaktem s chlazeným povrchem a případně k přitlačení proudu strusky ke chlazenému povrchu a k zajištění těsného kontaktu roztavené strusky s chlazeným povrchem.
3. Způsob podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že se do tekuté roztavené strusky (1) přidá přísada (12) ze skupiny látek obsahujících alespoň 70 % hmotnosti (SiO₂ + CaO), nebo alespoň 75 % hmotnosti (SiO₂ + CaO + MgO) velikosti zrn ne větší než 3 mm v množství 5 % hmotnosti až 30 % hmotnosti vztaženo ke hmotnosti roztavené strusky.
4. Způsob podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že pokud je zrnitost přísady (12) jemnější než 0,25 mm, vyrobí se z ní granule o velikosti od 2 mm do 6 mm a teprve tyto granule se přidávají do tekuté roztavené strusky.
5. Způsob podle nároků 3 a 4, **vyznačující se tím**, že se před přidáním do roztavené strusky přísada (12) přehřeje na teplotu vyšší než 850 °C.
6. Způsob podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že se do tekuté roztavené strusky (1) přidá roztavená přísada (13) ze skupiny látek obsahujících alespoň 70 % hmotnosti (SiO₂ + CaO), nebo alespoň 75 % hmotnosti (SiO₂ + CaO + MgO) v množství 5 % až 30 % hmotnosti vztaženo ke hmotnosti roztavené strusky.
7. Způsob podle předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se roztavená struska před a/nebo v průběhu přidávání přísad externě zahřívá a udržuje na teplotě vyšší, než je teplota liquidu strusky.
8. Způsob podle předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se do tekuté roztavené strusky přidá samostatně nebo spolu s přísadou tavivo ze skupiny látek CaF₂; CaSiF₆; SiF₄; H₂SiF₆; Na₂SiO₃; K₂SiO₃; K₂SiF₆; Na₂SiF₆; SiF₄; H₂SiF₆; Na₂SiO₃; K₂SiO₃; KAl₂(AlSi₃O₁₀)(OH,F)₂; K(Mg,Fe₂)₃[(OH,F)₂(Al,Fe)Si₃O₁₀], nebo jejich směsí, v množství 0,3 % až 10 % hmotnostních, vztaženo ke hmotnosti roztavené strusky.
9. Způsob podle předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se partikule vitrifikované strusky smíchají s pevnou přísadou o velikosti zrn do 5 mm, ze skupiny látek zahrnující granulovanou vysokopeční strusku, recyklované křemičité sklo, popel práškového spalování fosilních paliv, stabilizát popela práškového spalování fosilních paliv nebo jejich směsí v množství od 5 % do 50 % hmotnosti, vztaženo ke hmotnosti vitrifikované strusky k modifikaci chemického složení vitrifikované strusky.
10. Způsob podle předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se pevná vitrifikovaná struska samotná nebo spolu s pevnou přísadou přivede ke středu pracovního prostoru ve tvaru rotačního

tělesa, který je omezen dvěma souosými, kruhovými deskami, z nichž je alespoň jedna pohyblivá a na kterých jsou situována pracovní tělesa, z nichž ta, která jsou umístěna na pohyblivých deskách vykonávají rotační pohyb kolem osy tohoto prostoru rychlostí v rozmezí 50 m.s^{-1} až 250 m.s^{-1} , přičemž jsou partikule vitrifikované strusky podrobeny alespoň třem po sobě následujícím interakcím s pracovními tělesy, prostřednictvím kterých je předána kinetická energie pracovních těles partikulám strusky k jejich rozpojení a vzniku jemně mleté vitrifikované strusky.

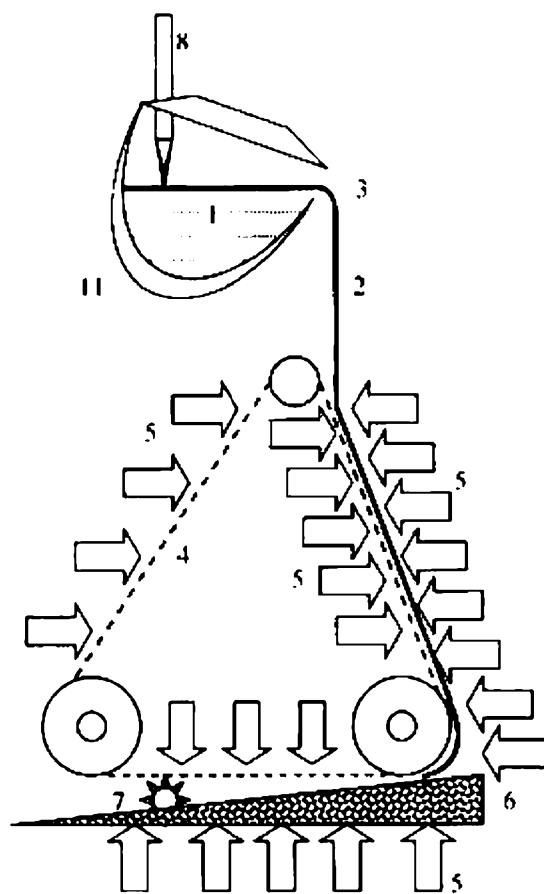
11. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že se pevná vitrifikovaná struska samotná nebo spolu s pevnou přísadou, ve směsi se vzduchem v množství $0,1 \text{ m}^3$ až 2 m^3 na 1 kg strusky, přivede ke středu pracovního prostoru ve tvaru rotačního tělesa, který je omezen dvěma souosými, v opačném smyslu se otáčejícími kruhovými deskami - rotory, na kterých jsou situována pracovní tělesa, která vykonávají rotační pohyb kolem osy tohoto prostoru rychlostí v rozmezí 50 m.s^{-1} až 310 m.s^{-1} , přičemž se tato směs stlačí nejvýše do 70 % svého původního objemu a následně se tato směs uvede do turbulentního proudění pomocí rychlé změny směru proudění směsi a/nebo expanzí směsi do objemu alespoň o 30 % většího než je její objem při stlačení, k zajištění vzájemných střetů i velmi jemných zrn sypké pevné látky ve směsi pod velkými úhly a k zefektivnění jejich střetů s pracovními tělesy, pro jejich intenzivní rozpojování a mechanickou aktivaci ke vzniku vysoce aktivní jemně mleté vitrifikované strusky.

12. Způsob podle nároku 8 až 10, **vyznačující se tím**, že se partikule vitrifikované strusky přivedou ke středu pracovního prostoru ve tvaru rotačního tělesa spolu s přísadou ze skupiny látek zahrnující portlandský slínek, fluidní popel spalování fosilních paliv nebo biomasy, Na_2SiO_3 , K_2SiO_3 , CaO , Ca(OH)_2 , NaOH , KOH , Na_2CO_3 ; K_2CO_3 nebo jejich směsí v množství od 5 % do 95 % hmotnosti, vztaženo ke hmotnosti vitrifikované strusky, k výrobě suchého hydraulického pojiva.

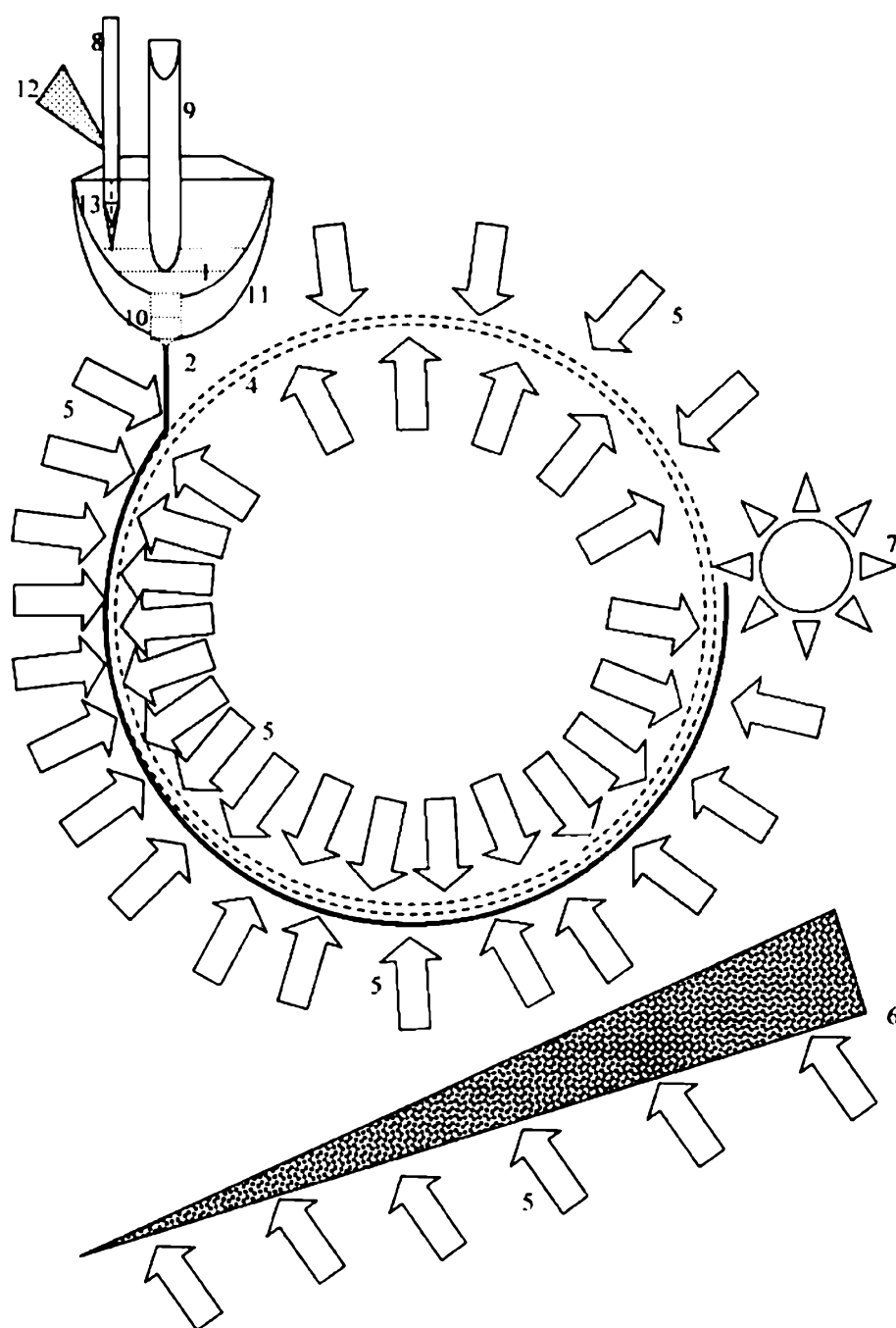
13. Způsob podle nároku 5 až 8, **vyznačující se tím**, že se partikule vitrifikované strusky samotné, nebo spolu s přísadou, před jejich přivedením ke středu pracovního prostoru ve tvaru rotačního tělesa, zhutnění, podrtí a/nebo hrubě pomelou mezi dvěma souosými válci, vzdálenými od sebe ne více než 3 mm, které se otáčejí v opačném smyslu s obvodovou rychlostí 2 m.s^{-1} až 30 m.s^{-1} každý, přičemž poměr otáček válců se pohybuje v rozmezí 1 až 2.

14. Způsob podle nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že se zahřátý vzduch ze suché vitrifikace strusky využije jako zdroj tepla pro předehřátí přísady a/nebo jako spalovací vzduch pro externí ohřívání roztavené strusky a/nebo jako spalovací vzduch pro tavení přísady před jejím přidáním do roztavené strusky nebo pro různé jiné průmyslové aplikace.

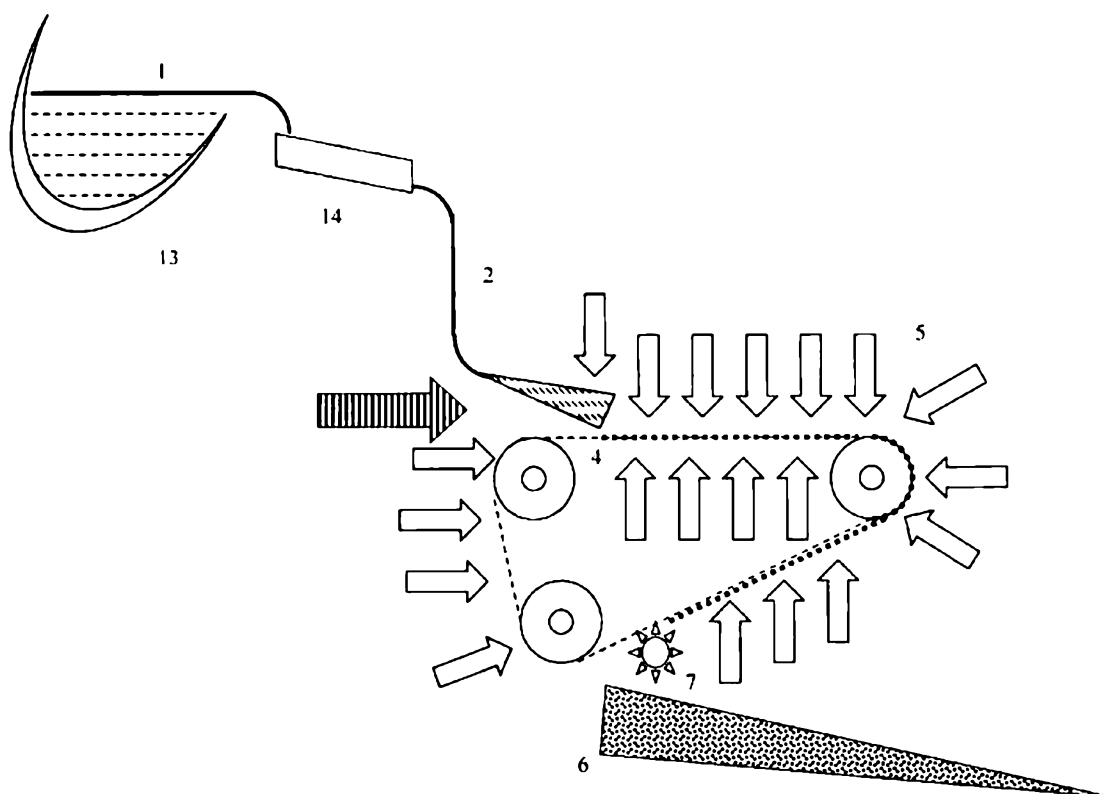
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3