

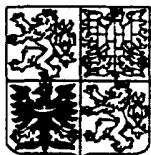
PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

281 392

ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1999-91**

(22) Přihlášeno: 28. 06. 91

(30) Právo přednosti:
02. 07. 90 FR 90/9008315

(40) Zveřejněno: 18. 03. 92

(47) Uděleno: 15. 07. 96

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 11. 09. 96

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:
C 03 B 37/04

(73) Majitel patentu:
ISOVER SAINT-GOBAIN, Courbevoie, FR;

(72) Původce vynálezu:
Giboult Alain ing., Rantigny, FR;
Aube Jean-Yves ing., Clermont, FR;
Sainte-Foi Daniel ing., Clermont, FR;

(54) Název vynálezu:
Způsob vytváření minerálních vláken

(57) Anotace:
Způsob vytváření minerálních vláken, při kterém se materiál určený ke zvlákňování vylévá v roztaveném stavu na obvodový povrch prvního z řady alespoň dvou otáčejících se odstředivacích kol, kde je podstatně zrychlován a je předáván na následující kolo, kde se část materiálu přeměňuje na vlákna účinkem odstředivé síly, postupně až do konce řady kol. Vlákná, vytvořená jednotlivými odstředivými koly, jsou přebírána plynným proudem s teplotou od 250 do 900 °C, obklopujícím řadu odstředivacích kol a vysílaným v bezprostřední blízkosti uvedených kol ve směru, který je v podstatě rovnoběžný s osami otáčení kol.

CZ 281 392 B6

Způsob vytváření minerálních vláken

Oblast techniky

Vynález se týká výroby minerální vlny, určené například jako tepelně a nebo zvukově izolační materiál. Vztahuje se na způsob vytváření minerálních vláken, při kterém se materiál určený ke zvlákňování, schopný tažení s vysokým bodem tání, například typu čedičového skla, vysokopecních strusek nebo jiných ekvivalentních hmot, vylévá v roztaveném stavu na obvodový povrch prvního z řady alespoň dvou otáčejících se odstředovacích kol, je zde podstatně zrychlován a je předáván na následující kolo, kde se část materiálu přeměňuje na vlákna účinkem odstředivé síly, postupně až do konce řady kol, a při kterém jsou vlákna, vytvořená různými odstředovacími koly, přebírána plynným proudem, obklopujícím řadu odstředovacích kol a vysílaným v bezprostřední blízkosti uvedených kol, který je v podstatě rovnoběžný s osami otáčení kol, přičemž plynný proud unáší takto vytvořená vlákna do přijímací oblasti a odděluje vlákna od nezvlákněné hmoty.

Dosavadní stav techniky

Výše v krátkosti popsaná technologie zvlákňování, známá například z evropských patentových spisů č. 59 152 a č. 195 725 se nazývá výlučně s volným odstředováním, což vyjadřuje, že roztavené sklo současně není rozdělováno do řady elementárních proudů, jako při vnitřním odstředování, ani není podrobováno tažení plynem pomocí vzduchového proudu se zvýšenou teplotou a rychlostí. Tato technologie zvlákňování, která je již velmi stará, vede k výtěžkům a kvalitě vyrobených vláken, které jsou všeobecně nižší, než jaké mohou být získány podle jiných technologií, kombinujících eventuálně odstředování a tažení plynem, avšak je prakticky jediná, jaká může být použita v podmínkách, zajímavých z ekonomického hlediska pro materiály, jako jsou čedičové strusky, které se vyznačují značně vyššími teplotami tání, než obvyklá sodnovápenatá skla, velmi strmou křivkou závislosti viskozity na teplotě a sklonem k mimořádně rychlé devitrifikaci, která vyžaduje pracovat ve velmi úzkém teplotním rozmezí.

Jelikož odstředování roztaveného skla přináší jeho intenzivní ochlazování, konstatuje se, že při této technologii volného odstředování jsou vlákna výlučně vytvářena v oblasti, vymezené povrchem odstředovacího kola a soustředně probíhající mezní plochou, ležící v radiálním odstupu od obvodu kola o velikosti okolo 5 až 10 mm. Jelikož vytahování vláken se ukončuje od okamžiku, kdy je rozrušeno jejich spojení s pásem roztaveného skla, který lne ke kolu, dochází k tomuto rozrušování ve vzdálenosti, která se výrazně mění od jednoho vlákna ke druhému, což vysvětluje, že je relativně obtížné přesně definovat tuto "mez".

V tomto procesu zvlákňování jsou vlákna transportována mimo bezprostřední sousedství zvlákňovacího stroje proudem plynu (dále plynným proudem), vysílaným na obvod odstředovacích kol ve směru v podstatě kolmém na radiální směr vysílání vláken a podélně se tak v podstatě dotýkajícím jejich obvodu. Podle známého stavu techniky je tento plynný proud tvořen proudem chladného vzduchu nebo plynnými spaliny, ochlazenými na teplotu blízkou teplotě

okolního prostředí, při střední rychlosti například 100 m/s, přičemž tato teplota je od jednoho zařízení ke druhému proměnlivá. Taková střední rychlost je skutečně značně nižší, než je rychlost nezvlákněných částic, které hraničí s vlákny a které vznikají na základě kapiček skla, odskakujících poté, co byly zrychleny otáčením kol, aniž by však na těchto kolech ulpěly, takže nedochází k žádnému vytahování vláken. Zrychlení, udělované odstředivými koly, dodává těmto nezvlákněným částicím rychlost dostatečnou k tomu, aby obvodový plynný proud neměl významný účinek na dráhu těchto částic, což vede ke třídění s vlákny, které jsou naproti tomu vychýleny v důsledku jejich menší hustoty a menší rychlosti.

V jiných známých způsobech zvláknování skla nebo jiného ekvivalentního materiálu je obvodový plynný proud vysílán za jinými účely. Je možné především usilovat o ztenčení vláken, získaných odstředěním při použití postupu vnitřního odstředování, přičemž plynný proud je v takovém případě vysílán hořákem se zvýšenou teplotou a rychlostí, přičemž teplota plynů musí být vyšší než je bod změkčování skla pro vyvolání tažení vláken, viz např. patentové spisy USA č. A-2 577 204 nebo A-2 949 632. Takové tažení plamenem však předpokládá, že vytahovaný materiál bude mít malý sklon křivky závislosti viskozity na teplotě, který dovoluje jeho zpracovávání v relativně širokém teplotním rozmezí, což je podmínka, kterou nesplňují materiály, jako jsou čedičová skla nebo vysokopeční strusky, jak bylo naznačeno výše. Kromě toho je vytahovací ohřátý plynný proud ve své podstatě dražší, než chladný plynný proud.

Ve druhém případě se používá obvodový plynný proud, vysíláný spojitou tryskou, o relativně nízké teplotě, jako proud páry nebo vzduchu, ohřátý na teplotu okolo 200 °C, který vyvolává velmi intenzivní a rovnoměrné zakalení vláken a má jako účinek zlepšení jejich mechanické kvality. Toto je známo z francouzského patentového spisu A-1 169 358. Je třeba poznamenat, že tento účinek zakalení nemá smysl u materiálů již ochlazených pod teplotu měknutí pouhým účinkem odstředování. Konečně je znám z francouzských patentových spisů FR-A-2 298 518 a FR-A-2 211 408 způsob, podle kterého je usilováno o rozbíjení kontinuálních vláken pomocí obvodového plynného proudu, vysílaného kolmo na směr jejich tvorby, přičemž tento proud má teplotu dostatečně nízkou pro to, aby nevyvolával tažení vláken, normálně teplotu blízkou teplotě okolního prostředí pod 150 °C a s výhodou okolo 65 °C.

Ve všech těchto známých přístupech je tedy plynný proud, vysílaný na obvodě odstředivacího ústrojí, velmi horký, s teplotami přesahujícími v typickém případě 1000 °C, nebo studený s teplotou v oblasti teploty okolního prostředí nebo okolo 150 °C, když se použije páry, což je případ nejstarších zařízení, nedisponujících dostatečně silným kompresorem.

Podstata vynálezu

Od výše uvedených přístupů se způsob podle vynálezu liší tím, že se pracuje v horkém prostředí, t. j. v proudu plynu (plynném proudu), jehož teplota je v rozmezí od 250 do 900 °C, z výhodou od 300 do 600 °C a nejvýhodněji okolo 500 °C. Podstatou vynálezu je způsob vytváření minerálních vláken, při kterém se materiál určený ke zvláknování vylévá v roztaveném stavu na obvo-

dový povrch prvního z řady alespoň dvou otáčejících se odstředovacích kol, je zde podstatně zrychlován a je přesouván na následující kolo, kde se část materiálu přeměňuje na vlákna účinkem odstředivé síly, postupně až do konce řady kol, a při kterém jsou vlákna, vytvořená různými odstředovacími koly, přebírána plynným proudem, obklopujícím řadu odstředovacích kol a vysíláným v bezprostřední blízkosti uvedených kol, ve směru, který je v podstatě rovnoběžný s osami otáčení kol, přičemž podle vynálezu má pro nejméně jedno z odstředovacích kol vysílaný plynný proud teplotu od 250 °C do 900 °C a s výhodou 300 do 600 °C.

Neočekávaně se ukazuje, že toto opatření vede k velmi významnému zlepšení kvality vláken vyrobených zařízením, s výrazně větší jemností a kromě toho menším podílem zrn. Pod pojmem "zrna" se rozumí částice o velikosti větší než 100 mikrometrů, nacházející se ve finálním výrobku.

Je tak zřejmé, že je možné ovlivňovat vytahování vláken plynným proudem, jehož teplota je přes to velmi vzdálená od teploty, odpovídající bodu měknutí materiálu, určeného ke zvlákňování. Čedičové sklo například opouští tavnou pánev při teplotě kupříkladu vyšší než 1500 °C, a tedy a priori by vůbec nevznikala otázka tažení plynem při použití plynů o teplotě 500 °C.

Velmi výhodně může být toto horké prostředí získáno při minimálních nákladech využitím plynných spalín z tavné pánve pro tavení zvlákňovaného materiálu, které zpravidla nejsou zužitkovány, protože jsou příliš "chladné" pro ekonomické zdůvodnění recyklace obsaženého tepla.

Podle dalšího znaku vynálezu je plynný proud, kterým jsou vlákna přebírána a který vytahuje vlákna, vysílán při rychlosti větší než 50 m/s, s výhodou větší než 100 m/s.

Podle dalšího znaku vynálezu se v odstupu od odstředovacích kol na vlákna působí pomocným proudem o teplotě okolního prostoru, přičemž tento pomocný plynný proud má v podstatě stejný směr, jako hlavní plynný proud, vytahující vlákna.

S výhodou se horkým plynným proudem na vlákna působí pouze na obvodu kol, umístěných jako poslední na dráze zvlákňovaného materiálu.

Podle dalšího znaku vynálezu je teplota horkého plynného proudu tím větší, čím dále je ve směru dráhy zvlákňovaného materiálu umístěno kolo, v jehož blízkosti je plynný proud vysílán.

Uvedený horký plynný proud je s výhodou ohříván kouřovými zplodinami, pocházejícími z prostoru, v němž je zvlákňovaný materiál taven.

Při současně všech ostatních vlastnostech stejných, vykazuje získaná minerální vlna, vyrobená v horkém prostředí, tepelnou vodivost nižší, než jakou vykazuje minerální vlna, vyrobená při chladné teplotě okolního prostředí. Dosažené zisky tepelného odporu jsou ekvivalentní například zvýšení rychlosti otáčení odstředovacích kol o přibližně 20 % nebo zvýšení teploty odlévání skla, vylévaného na první z kol, o více než 50 °C. Jelikož horké

okolní prostředí je mnohem méně náročné, jsou uvedené druhé dvě metody mnohem méně zajímavé, protože přinášejí značně vyšší mechanické opotřebení a velmi značné náklady na energii.

Rychlost plynů plynného proudu je s výhodou vyšší než 50 m/s a ještě výhodněji větší než 100 m/s, což dovoluje optimalizovat podmínky tažení vláken. Podmínkami tažení se zde rozumí vytváření vířivých oblastí, které napomohou oddělování jednotkových vláken a budou omezovat jejich tendenci seskupovat se do snopků, které se vyskytují ve formě uzlíků ve finálním produktu a škodí jeho mechanické pevnosti.

Tento vliv vířivých oblastí je pravděpodobně vyšší, když se postupuje podle vynálezu s horkým okolním prostředím, neboť podle zákonitostí fyziky plynů má za přímý důsledek vyšší kinetickou energii okolního plynného proudu. K této první hypotéze se může rovněž připojit hypotéza viskózní struktury, ale toto uvolňování tepla je normálně nedostačující samo o sobě pro udržování podmínek teplot, potřebných pro tažení, bere-li se mimo jiné v úvahu intenzivní ochlazování, jemuž jsou vystavena vlákna v důsledku odstředování. Nelze tedy vyloučit myšlenku na to, že horké okolní prostředí podle vynálezu by mohlo, vzhledem k malému tepelnému přívodu, stačit na dosažení jevu praktického samočinného udržování podmínek tažení. V každém případě se jedná pouze o několik pokusů o teoretickou interpretaci jevu v široké míře dosud nevysvětleného, přičemž lze přesto konstatovat, že horké prostředí podle vynálezu má nepopíratelně příznivý účinek, což je z technického hlediska jediný znak, který má opravdu význam.

Způsob zvlákňování podle vynálezu může být použit velmi jednoduchým způsobem při jakémkoli zařízení na zvlákňování minerální vlny volným odstředováním. Jelikož zde uváděné teploty zůstávají relativně nízké, je zapotřebí pouze několik jednoduchých opatření typu chlazení některých částí, přičemž se samo sebou rozumí, že všechna opatření, obvykle uplatňovaná ve vztahu ke zvýšené teplotě roztaveného skla musí být dodržována.

Podle konkrétních případů, zejména je-li omezené množství horkého plynu, který je k dispozici, je možné používat proud horkého vzduchu pro všechna odstředovací kola nebo jen pro některá, zejména ta, která jsou uložena jako poslední na dráze materiálu. Může být rovněž vhodné předehtřívát poněkud více proud určený pro poslední kola, napájená relativně chladnějším sklem. Toho může být dosaženo, jak bude pro odborníka zřejmé, například rozdělením foukací trysky plynného proudu do sekcí se samostatným napájením plynným proudem s různým ohrátím a tedy různými teplotami.

Je výhodné, použije-li se zařízení, popsaného ve francouzském patentovém spise č. FR-A-2 657 077. Toto zařízení obsahuje řadu odstředovacích kol, uložených v sestavě, uvádějící jejich obvodové plochy do vzájemné blízkosti, poháněných rychlým otáčením pomocí motorů, uložených stranou vně sestavy, tvořené řadou odstředovacích kol, a unášejících tak uvedená kola pomocí mechanických převodových ústrojí uložených tak, že umožňují průchod vzduchu řadou kol po sobě následujících na dráze materiálu, určeného ke zvlákňování při otáčení navzájem v opačném smyslu. Přívod roztaveného materiálu je uložen tak, že umožňuje vylévání uvedeného materiálu na vnější povrch prvního odstředovacího kola, při-

čemž první foukací ústrojí okolo řady odstředovacích kol vytváří horký plynný proud o teplotě od 250 do 900 °C, rovnoběžný s osou otáčení uvedených odstředovacích kol, a druhé foukací ústrojí vytváří pomocný chladný proud s odstupem od odstředovacích kol ve stejném směru, jako horký plynný proud.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladě provedení s odvoláním na připojený výkres, na kterém znázorňuje obr. 1 čelní pohled na zařízení pro zvlákňování vnějším odstředováním, obsahující tři odstředovací kola.

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 je čelní schematický pohled na zvlákňovací zařízení při pohledu ze strany vláken a v podstatě podle výše uvedeného francouzského patentového spisu č. 2 657 077. Toto zařízení je tvořeno sestavou 1, obsahující tři odstředovací kola 2, 3, 4, uložená jejich obvodovými povrchy ve vzájemné blízkosti. Tato kola 2, 3, 4 jsou poháněna do otáčivého pohybu pomocí blokových motorů 5, 6, působících prostřednictvím převodových řemenů 7, přičemž dvě pravá kola jsou poháněna například ve směru opačném vůči směru hodinových ručiček, zatímco levé kolo je poháněno v opačném směru, takže dvě kola, následující po sobě na dráze zvlákňovaného materiálu, který sestupuje od nejvyššího kola 2 k nejnižšímu kolu 4, se otáčejí v navzájem opačném smyslu.

Řada kol 2, 3, 4 je obklopována obvodovým foukacím ústrojím 10, tvořeným souvislou foukací tryskou, vysílající proud horkých plynů, v podstatě rovnoběžný s osami otáčení odstředovacích kol, zdvojenou sestavou velkopřůměrových trysek 11, které vysílají proudy chladného vzduchu, rovněž v podstatě rovnoběžné s hlavním plynným proudem.

Zařízení kromě toho obsahuje neznázorněné prostředky pro rozprašování pojivové kompozice na vytvořených vláknech.

Na zařízení tohoto typu se třemi koly o průměru 300 mm byl proveden způsob podle vynálezu při teplotě plynů hlavního proudu 250 °C, 500 °C a 750 °C. Použité sklo je čedičové sklo, odpovídající následujícímu složení v hmotnostních procentech:

oxid křemičitý SiO_2 :	44,50 %
oxid hlinitý Al_2O_3 :	14,70 %
oxid železitý Fe_2O_3 :	12,50 %
oxid vápenatý CaO :	10,50 %
oxid hořečnatý MgO :	8,90 %
oxid sodný Na_2O :	4,25 %
oxid draselný K_2O :	0,95 %
oxid titaničitý TiO_2 :	2,60 %
různé	1,10 %

Dynamická viskozita tohoto skla je $10,10^{0,7}$ a 1 Pa.s pro odpovídající teploty 1235, 1300 a 1483 °C. Jedná se tedy typicky o sklo, jehož křivka závislosti viskozity na teplotě má velmi výrazný sklon v oblasti viskozity, vyhovující vytahování vláken. Lití bylo provedeno při teplotě 1540 °C, což odpovídá na prvním odstředovacím kole teplotě 1280 °C, kontrolované optickým pyrometrem, s průtočným množstvím skla 350 kg/hod. Jako foukacího plynu bylo použito vzduchu 2400 Nm³/h pro hlavní proud a 1000 m³/h pro pomocný studený proud.

Na základě takového zařízení se obměňuje teplota vzduchu hlavního proudu, při rychlosti otáčení odstředovacích kol 6000 otáček za minutu. Potom byl měřen tzv. "fasonaire" při 5 gramech pro různé vzorky vláken, vyrobených tímto způsobem. Pod pojmem fasonaire se rozumí tlaková ztráta nebo rozdíl průtoku plynného proudu, procházejícího vzorkem, tvořeným chomáčem minerálních vláken dané hmotnosti. Chomáč vláken má hmotnost 5 g a je stlačen ve válcové komoře předem určeného objemu. Při udržování konstantního přítoku se měří pomocí vodního sloupce, děleného běžným způsobem, ztráta tlaku přes vzorek. Fasonaire je tedy vyjádřen v milimetrech vodního sloupce na 5 g (CE/5g). Podmínky měření jsou normalizovány podle DIN nebo ASTM, přičemž tato metoda je dobře známa odborníkům v oboru a je zde vysvětlována pouze pro úplnost. Z výše uvedeného vyplývá, že naměřená ztráta tlaku je tím větší, čím jsou pro stejnou hmotnost vláken tato vlákna jemnější. Čím vyšší je tedy fasonaire vzorku, tím lepší je jeho kvalita, t. j. tím lepší jsou jeho izolační vlastnosti. Fasonaire je proto v oboru znám jako charakteristická veličina pro porovnávání jemnosti vláken ve standardních podmínkách.

Byly dosaženy následující výsledky:

Teplota foukání	: 25 °C	Fasonaire	: 280
	: 250 °C		: 300
	: 500 °C		: 325
	: 700 °C		: 335

Vlákna získaná horkým plynným proudem mají tedy kvalitu zřetelně zlepšenou proti vláknům, získaných při srovnávacím pokusu při teplotě okolního prostředí, i když plynný proud může být uvažován jako mající teplotu ještě relativně málo vysokou, o velikosti například pouze 250 °C. Srovnávají-li se kromě toho hodnoty získané při 500 °C a 700 °C, zjistí se určité zplošťování účinků. Existuje tedy optimum okolo 500 °C, přičemž je zájem pracovat s nejnižšími teplotami, tedy nejekonomičtějšími, a současně dostatečně vysokými pro získání zlepšené kvality vláken.

Způsob podle vynálezu umožňuje, jak dokazují získané hodnoty fasonaire, poskytovat finální výrobky, mající objemovou hmotnost zmenšenou o 10 % vůči výrobku se stejnou izolační schopností, získanému plynným proudem s teplotou okolního ovzduší.

Zisk je rovněž citelný, pokud jde o celkový výtěžek způsobu, který je definován jako získaná hmotnost skla ve finálním produktu ve srovnání s celkovou hmotností hmoty, vylévané na první ods-

tředovací kolo. Vzduchový proud o teplotě 500 °C dovoluje zlepšit výtěžek okolo 5 až 10 %. Zisk je velmi zřetelný, protože hladina obsahu zrn, t. j. procentuální podíl částic větších než 100 mikrometrů v produktu, má sama velmi malou tendenci se zmenšovat, což naznačuje zlepšení kvality výrobku.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob vytváření minerálních vláken, při kterém se materiál určený ke zvlákňování vylévá v roztaveném stavu na obvodový povrch prvního z řady alespoň dvou otáčejících se odstředovacích kol, kde je podstatně zrychlován a je předáván na následující kolo, kde se část materiálu přeměňuje na vlákna účinkem odstředivé síly, postupně až do konce řady kol, a při kterém jsou vlákna, vytvořená jednotlivými odstředovacími koly, přebírána plynným proudem, obklopujícím řadu odstředovacích kol a vysílaným v bezprostřední blízkosti uvedených kol ve směru, který je v podstatě rovnoběžný s osami otáčení kol, v y z n a č e n ý t í m, že pro nejméně jedno z odstředovacích kol má vysílaný plynný proud teplotu od 250 °C do 900 °C.
2. Způsob vytváření minerálních vláken podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m, že vysílaný plynný proud má teplotu od 300° do 600 °C.
3. Způsob vytváření minerálních vláken podle nároku 1 nebo 2, v y z n a č e n ý t í m, že plynný proud, kterým jsou vlákna přebírána a kterým jsou vytahována, je vysílán při rychlosti větší než 50 m/s.
4. Způsob vytváření minerálních vláken podle nároku 3, v y z n a č e n ý t í m, že plynný proud, kterým jsou vlákna přebírána a kterým jsou vytahována, je vysílán při rychlosti větší než 100 m/s.
5. Způsob vytváření minerálních vláken podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, v y z n a č e n ý t í m, že se v odstupu od odstředovacích kol na vlákna působí pomocným proudem o teplotě okolního prostoru, přičemž tento pomocný plynný proud má v podstatě stejný směr, jako hlavní plynný proud, kterým jsou přebírána a vytahována vlákna.
6. Způsob vytváření minerálních vláken podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, v y z n a č e n ý t í m, že horký plynný proud se vysílá pouze na obvodu kol, umístěných jako poslední na dráze zvlákňovaného materiálu.
7. Způsob vytváření minerálních vláken podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, v y z n a č e n ý t í m, že teplota horkého plynného proudu je tím větší, čím dále je ve směru dráhy zvlákňovaného materiálu umístěno kolo, v jehož blízkosti je plynný proud vysílán.

8. Způsob vytváření minerálních vláken podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, v y z n a č e n ý t í m, že horký plynný proud je ohříván kouřovými zplodinami, pocházejícími z nádoby, v níž je zvlákňovaný materiál taven.

1 výkres

