

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2015-29

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

C04B 18/16 (2006.01)

C04B 18/14 (2006.01)

C04B 18/08 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **21.01.2015**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **27.04.2016**
(Věstník č. 17/2016)

(71) Přihlašovatel:
Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ

(72) Původce:
Ing. Lukáš Kalina, Ph.D., Bučovice - Černčín, CZ
Ing. Vlastimil Bílek, Újezd u Brna, CZ
Ing. Jan Koplík, Ph.D., Brno - Žabovřesky, CZ
Ing. Jiří Másilko, Ph.D., Veselá, CZ
Ing. Tomáš Opravil, Ph.D., Popůvky, CZ
Ing. František Šoukal, Ph.D., Oslavice, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob výroby bezslínkových
hydraulických geopolymerních materiálů s
využitím odpadních technologických kalů z
výroby vodního skla**

(57) Anotace:
Popisuje se způsob výroby alkalicky aktivovaných bezslínkových hydraulických geopolymerních materiálů s využitím odpadních technologických kalů z výroby vodního skla. Materiály je možné připravit smísením odpadních technologických kalů s vodou a hlinitokřemičitanovou surovinou, případně se přidá i kamenivo a poté se směs nechá ztuhnout. Bezslínkové hydraulické geopolymerní materiály jsou využitelné především k výrobě bezslínkových betonových dílců.

Způsob výroby bezslínkových hydraulických geopolymerních materiálů s využitím odpadních technologických kalů z výroby vodního skla

Oblast techniky

Způsob výroby bezslínkových hydraulických geopolymerních materiálů s využitím odpadních technologických kalů z výroby vodního skla, jako alkalického aktivátoru.

Dosavadní stav techniky

Látka, která vytváří vysoké počáteční zásadité prostředí, se nazývá alkalický aktivátor. První rozsáhlejší laboratorní studii pojiv bez portlandského slínku provedl už v roce 1940 Purdon [1], který navazoval na předchozí pokusy o zjištění reaktivity strusky. K aktivaci strusky použil alkálie (roztok NaOH), což vedlo k obecnému názvu „alkalicky aktivované materiály“. Na Purdonovy pokusy navázal v roce 1957 Glukhovskij [2], který jako první navrhl funkční pojivo na bázi aluminosilikátů s nízkým obsahem vápníku aktivovaných roztokem alkalických kovů. V roce 1979 profesor Joseph Davidovits [3] z Francie připravil anorganické pojivo smícháním alkálií s metakaolinem. Protože se domníval, že pojivo vznikalo způsobem typickým pro organické makromolekulární látky, nazval jej „geopolymerem“.

Alkalická aktivace probíhá v silně zásaditém prostředí (pH 13 [✓] 14). Alkalický aktivátor (tzn. odpadní technologický kal) nejdříve rozpouští hlinitokřemičitany (struska, popílek), kdy se převede část aluminosilikátu do roztoku a následně probíhá polykondenzace vzniklých křemičitanových a hlinitanových tetraedrů $[\text{SiO}_4]^{4-}$ a $[\text{AlO}_4]^{5-}$, které se vzájemně pospojují v rozích kyslíkovými atomy do trojrozměrné struktury amorfního gelu (obr. 1). Negativní náboj těchto tetraedrů je kompenzován hydratovanými solvatovanými kationty alkalického kovu z odpadních technologických kalů, které vstupují do struktury během aktivace. Takto vzniklé anorganické materiály jsou označovány jako geopolymerní materiály.

Jako alkalické aktivátory jsou v praxi nejčastěji používány hydroxidy a soli alkalických kovů. V současnosti jsou alkalicky aktivované materiály používány spíše pro speciální aplikace. Širšímu využití těchto materiálů v praxi brání zejména vysoká cena alkalického aktivátoru, tedy i vysoká cena výsledného produktu v porovnání s běžnými maltovinami vzniklými hydratací portlandského cementu.

Reference:

- [1] A.O. Purdon, the action of alkalis on blast furnace slag, J Soc Chem Ind 59 (1940) 191-202.
- [2] V.D. Glukhovsky, Soil silicates, Gostroiizdat Publish (1959).
- [3] J. Davidovits, Synthesis of new high temperature geo-polymers for reinforced plastics/composites, Society of Plastic Engineers 79 (1979) 151-154.
- [4] V.F.F. Barbosa, K.J.D MacKenzie, C. Thaumaturgo, Synthesis and characterisation of materials based on inorganic polymers of alumina and silica: sodium polysialate polymers. International Journal of Inorganic Materials 2 (2000) 309-317.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody alkalicky aktivovaných materiálů řeší využití odpadních technologických kalů z výroby vodního skla jako alkalického aktivátoru. Technologické kaly se podle vynálezu používají pro výrobu bezslínkových hydraulických geopolymerních materiálů. Tyto kaly slouží také jako donor alkalických iontů (Na^+) potřebných k vytvoření geopolymerní struktury, zároveň jejich vysoké pH zajišťuje dobré rozpouštění vstupních aluminosilikátových surovin.

Technologické odpadní kaly z výroby vodního skla se smíchají s vodou v takovém množství, aby hmotnostní podíl alkálií v odpadních kalech s vodou $\frac{M_2O}{b}$ ($M = \text{Na}, \text{K}$), ku hmotnostnímu množství dále přidané hlinitokřemičité suroviny (b) nebo směsi těchto surovin odpovídal rozmezí hodnot 0,04 až 0,10. Za stálého míchání se poté do směsi postupně přidává vstupní hlinitokřemičitanová surovina(y) pro dosažení hodnoty vodního součinitele

(w/b) 0,45 až 0,55, kde w představuje potřebnou dávku vody. Množství hlinitokřemičitanové suroviny se vypočte dle vztahu ($b = \frac{w}{(w/b)}$). Hlinitokřemičitanovou surovinou je výhodně vysokopecní struska, elektrárenský popílek nebo metakaolin nebo jejich směs. Systém se poté důkladně promíchá a následně nechá ztuhnout při laboratorní teplotě. Zvýšená teplota kolem 60 °C urychluje proces tuhnutí. Do směsi se před ztuhnutím může dále výhodně přidat kamenivo, čímž se získá bezslínkový beton.

Objasnění výkresů

Obr.1: Předpokládaná struktura kopolymeru

Vynález je dále popsán pomocí příkladů provedení, které však žádným způsobem neomezují jiná možná provedení v rozsahu nároků na ochranu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1:

Příprava anorganického pojiva

Technologické odpadní kaly z výroby vodního skla se smísí za laboratorní teploty se záměsovou vodou v takovém množství, aby hmotnostní podíl alkálií v odpadních kalech $\frac{M_2O}{b}$ s vodou ($M = Na, K$), vztažený na hmotnostní množství dále přidané hlinitokřemičité suroviny (b) nebo směsi těchto surovin odpovídal rozmezí hodnot 0,04 až 0,10. Za stálého míchání se poté do směsi postupně přidává vstupní hlinitokřemičitanová surovina(y) pro dosažení hodnoty vodního součinitele (w/b) 0,45 až 0,55, kde w představuje potřebnou dávku záměsové vody. Množství hlinitokřemičitanové suroviny je vypočteno dle následujícího vztahu ($b = \frac{w}{(w/b)}$). Systém se poté důkladně promíchá a následně nechá ztuhnout při laboratorní teplotě. Zvýšená teplota kolem 60 °C urychluje proces tuhnutí.

Příklad 2:

Výroba bezslínkového betonu

Technologické odpadní kaly z výroby vodního skla se smísí za laboratorní teploty se záměsovou vodou v takovém množství, aby hmotnostní podíl alkálií v odpadních kalech $\frac{M_2O}{b}$ s vodou ($M = Na, K$), vztažený na hmotnostní množství dále přidané hlinitokřemičité suroviny (b) nebo směsi těchto surovin odpovídal rozmezí hodnot 0,04 ~~4~~ 0,10. Za stálého míchání se poté do směsi postupně přidává vstupní hlinitokřemičitanová surovina(y) pro dosažení hodnoty vodního součinitele (w/b) 0,45 ~~4~~ 0,55, kde w představuje potřebnou dávku záměsové vody. Množství hlinitokřemičitanové suroviny je vypočteno dle následujícího vztahu ($b = \frac{w}{(w/b)}$). Dále je do směsi přidáno optimální množství kameniva. Betonová záměs se důkladně promíchá. Poté lze čerstvý beton transportovat na požadované místo, kde se následně ponechá ztuhnout při laboratorní teplotě.

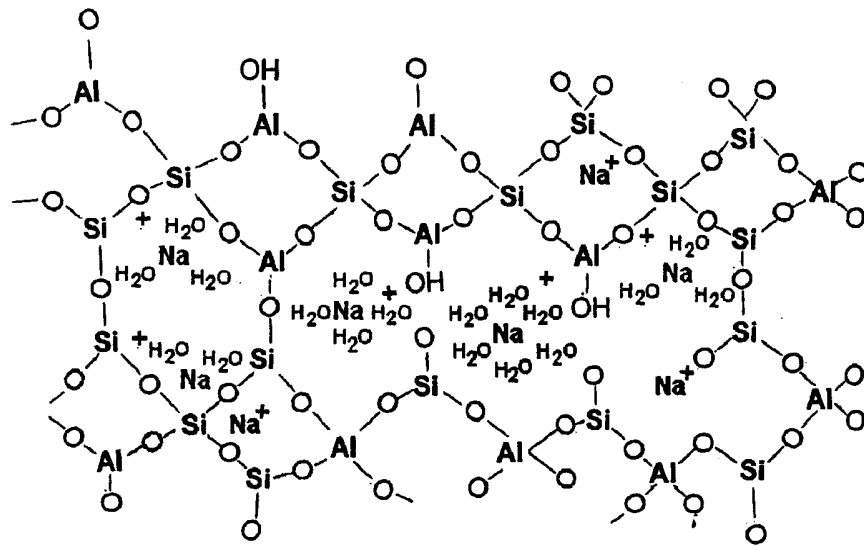
Průmyslová využitelnost

Bezslínkové hydraulické geopolymerní materiály získané z odpadních technologických kalů jsou využitelné především k výrobě bezslínkových betonových dílců. Náhrada drahého alkalického aktivátoru ($NaOH$, KOH , vodní skla alkalických kovů) odpadními technologickými kaly z výroby vodního skla zlevní výsledný produkt minimálně o třetinu v porovnání s výrobkem na bázi běžného portlandského cementu a to při zachování stejných, v řadě případů lepších mechanických vlastností. Použití odpadních kalů k výrobě bezslínkových hydraulických geopolymerních materiálů výhodně nahradí jejich finančně náročnou ekologickou likvidaci.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby bezslínkových hydraulických geopolymerních materiálů, **vyznačující se tím, že** technologické odpadní kaly z výroby vodního skla se smíchají s vodou v takovém množství, aby hmotnostní podíl alkálií v odpadních kalech s vodou ku hmotnostnímu množství následně přidané hlinitokřemičité suroviny nebo směsi těchto surovin odpovídal rozmezí hodnot 0,04 ~~už~~ 0,10 a za stálého míchání se poté do směsi přidá hlinitokřemičitanová surovina v takovém hmotnostním množství, aby bylo dosaženo hodnoty vodního součinitele 0,45 ~~už~~ 0,55 a výsledná směs se nechá ztuhnout.
2. Způsob výroby podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** hlinitokřemičitanovou surovinou je vysokopecní struska, elektrárenský popílek nebo metakaolin.
3. Způsob výroby podle nároků 1 až 2, **vyznačující se tím, že** do směsi se před tuhnutím dále přidá kamenivo.

21.01.18



Obr. 1