

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

307 154

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C04B 22/06 (2006.01)

C04B 28/26 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2016-771**

(22) Přihlášeno: **07.12.2016**

(40) Zveřejněno: **07.02.2018**

(Věstník č. 6/2018)

(47) Uděleno: **27.12.2017**

(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **07.02.2018**

(Věstník č. 6/2018)

(56) Relevantní dokumenty:

CN 105272125 A; CZ 2015-37 A3; CZ 2007-115 A3; CZ 2010-943 A3; CN 101328029 A; CZ 2013-734 A3; CZ 1998-3867 A3.

(73) Majitel patentu:

Unipetrol výzkumně vzdělávací centrum, a.s., Ústí
nad Labem, CZ

(72) Původce:

Ing. Pavlína Hájková, Ph.D., Liberec 14, CZ

Karla Dvořáková, Krupka, CZ

Ing. Petr Koutník, Ústí nad Labem, CZ

(74) Zástupce:

Mgr. Ing. Stanislav Babický, Ph.D., Budovatelů
2407, 434 01 Most

(54) Název vynálezu:

**Dvousložkové geopolymerní pojivo pro
výrobu plastických geopolymérů**

(57) Anotace:

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymerních materiálů sestává z pevné a kapalné složky. Pevná složka obsahuje metakaolinit a montmorillonit. Surovina obsahující metakaolinit obsahuje kalcinovaný mletý kaolín a/nebo lupek. Pevná složka může obsahovat až 45 % hmotn. vápenaté suroviny. Kapalná složka obsahuje alkalický aktivátor, zejména draselné a/nebo sodné vodní sklo. Dvousložkové geopolymerní pojivo obsahuje 15 až 35 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 4 až 45 % hmotn. suroviny obsahující montmorillonit a 40 až 55 % hmotn. alkalického aktivátoru. V geopolymerním pojivu jsou molární poměry $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3 = 2,5:1$ až $6:1$, $\text{Me}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,9:1$ až $3:1$ a $\text{Me}_2\text{O}:\text{SiO}_2 = 0,15:1$ až $1,1:1$, $\text{SiO}_2:\text{H}_2\text{O} = 0,15:1$ až $0,7:1$, přičemž Me je K nebo Na. Dvousložkové geopolymerní pojivo lze použít pro přípravu plastických geopolymerních materiálů.

CZ 307154 B6

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů

Oblast techniky

Vynález se týká dvousložkového geopolymerního pojiva pro výrobu plastických geopolymérů určených pro tváření, například lisování, vytlačování, válcování, 3D tisk, obtisky či ruční tvarování a pro tvorbu uměleckých děl.

Dosavadní stav techniky

Geopolymerní materiály jsou již známe. Obvykle sestávají z geopolymerního pojiva tvořícího matrici a z plniva, které má vyztužující funkci. Běžně popisovaná dosavadní geopolymerní pojiva jsou vhodná pro výrobu produktů litím, vstřelováním nebo dusáním do forem, kde musí materiál zůstat po dobu tuhnutí. Geopolymerní pojivo popsané v patentovém spisu CZ 305657 B6 je vhodné pro výrobu vrstvených laminátů ve spojení s technickou tkaninou. Nevýhodou dosud známých geopolymerních materiálů je jejich malá plasticita v surovém stavu, takže je nelze použít pro tvářecí techniky.

V současné době je možno tvářecími technikami tvarovat materiály jako jsou kovy, plasty nebo keramika. Kámen je možno opracovávat pouze destruktivním způsobem, avšak není ho možné tvarovat pomocí tváření. Geopolymery vynikají svými vlastnostmi, jako je žáruvzdornost, mrazuvzdornost a vysoká pevnost, kterých dosahují po ztuhnutí a vyžráním bez následné tepelné úpravy. Jejich vzhled je závislý na použitém plnivu, často jsou podobné přírodnímu kameni. Využití geopolymérů se nachází jak ve strojném, tak ve stavebním průmyslu či v oblasti umění. Jedním z omezení je způsob jejich výroby, který je dán vlastnostmi geopolymerního materiálu v surovém stavu.

Z výše uvedených poznatků je zřejmé, že výroba produktů z geopolymerních materiálů je v současné době omezena pouze na několik základních technik, které zároveň velmi omezují tvary a typy výrobků. Řešením výše popsaných nedostatků geopolymerních materiálů je vývoj geopolymerního pojiva vhodného pro přípravu geopolymerních materiálů, které budou v surovém stavu plastické. Takové geopolymery bude možno tvarovat vnější silou a po odeznění tvarovací síly si zachovají získaný tvar. Rozšíří se tak možnosti technologie výroby i tvary geopolymerních produktů s vynikající žáruvzdorností, pevností a mrazuvzdorností.

Geopolymerní pojiva jsou alkalicky aktivované hlinitokřemičitany. Na rozdíl od pojiv na bázi portlandského cementu, u kterých tvrdnutí probíhá hydratací slíkových minerálů, probíhá vytvrzování geopolymerního pojiva polymerací. Ta zahrnuje částečné rozpouštění hlinitokřemičitanů, transport a orientaci rozpouštěných částic a jejich následnou polykondenzaci, při které se formují vazby Si-O-Al-O. Všechny tyto kroky probíhají ve vysoce alkalickém prostředí, které je podmínkou pro rozpouštění hlinitokřemičitanů.

Rozpustnost hlinitokřemičitanů je tedy důležitým faktorem určujícím proces polymerace. Lze ji zvýšit zahřátím hlinitokřemičitanů, např. kaolinu, na teplotu 600 až 900 °C. Uvedená tepelná úprava způsobuje amorfizaci původní krystalické struktury, např. kaolinitu, a tím zvýšení reaktivity hlinitokřemičitanu. Následná polymerace vede ke vzniku úplně nové amorfní nebo semi-krystalické fáze.

Plniva ve spojení s geopolymerním pojivem dávají výslednému kompozitnímu materiálu zpravidla tuhost a pevnost. Běžně se jako plniva pro geopolymery používají písek, mletý šamot a různá kameniva.

Patentový spis CZ 302 939 B6 se zabývá geopolymerním pojivem především pro výrobu umě-

lých pískovců pro obnovu památek. Toto pojivo sestává ze suroviny obsahující metakaolinit a amorfni siliku a z draselného alkalického aktivátoru. Sušina pojiva obsahuje 26 až 52 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 22 až 58 % hmotn. amorfni siliky a 13 až 35 % hmotn. draselného alkalického aktivátoru. Uvedená směs geopolymerního pojiva s plnivem se kompaktuje dusáním do forem. Nevýhodou je, že k výrobě finálního výrobku z tohoto pojiva je nutno použít formy, která podrží tvar, dokud materiál neztuhne.

V patentovém spisu CZ 305 657 B6 je popsána geopolymerní pryskyřice pro přípravu vyztužených kompozitů. Tato pryskyřice obsahuje pevnou složku obsahující křemičitan, kaolin, metakaolin, oxid hlinitý a kapalnou složku obsahující hydroxid draselný nebo draselné vodní sklo a dále kyselinu fosforečnou a kyselinu boritou. Touto tekutou geopolymerní pryskyřicí se impregnují vlákna kompozitu a je vhodná především pro pultruzní výrobu kompozitních materiálů. Nevýhodou je, že k výrobě finálního výrobku z tohoto pojiva je nutno použít přípravku, který podrží tvar, dokud materiál není vytvrzen.

V patentovém spisu CZ 305 741 B6 je popsán geopolymerní kompozitní materiál s nízkou měrnou hmotností. Toto pojivo sestává ze suroviny obsahující metakaolin a z mleté vysokopecní granulované strusky, z roztoku křemičitanu sodného, čedičového, skleněného nebo uhlíkového sekaného vláknenného materiálu a hliníkového prášku. Materiál je vhodný pro lití do forem kde dojde k následnému napěnění. Nevýhodou je, že k výrobě finálního výrobku z tohoto pojiva je nutno použít formy, která podrží tvar, dokud materiál neztuhne.

V patentovém spisu US 5 601 643 je popsán cement na bázi elektrérenského popílku. Toto pojivo sestává z popílku a 2 až 20 % alkalického křemičitanu s poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ rovném 0,2 až 0,75. Pojivo je vhodné především pro přípravu kaší, malt a betonů. Nevýhodou je, že k výrobě finálního výrobku z tohoto pojiva je nutno použít formy, která podrží tvar, dokud materiál neztuhne.

Uvedené nevýhody alespoň z části odstraňuje dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů podle vynálezu.

Podstata vynálezu

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů, charakterizované tím, že sestává z pevné složky a kapalné složky, přičemž pevná složka obsahuje alespoň surovinu obsahující metakaolinit a surovinu obsahující montmorillonit a kapalná složka obsahuje alkalický aktivátor, přičemž dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů obsahuje 15 až 35 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 4 až 45 % hmotn. suroviny obsahující montmorillonit a 40 až 55 % hmotn. alkalického aktivátoru, přičemž ve dvousložkovém geopolymerním pojivu pro výrobu plastických geopolymérů jsou molární poměry $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2,5 : 1$ až $6 : 1$, $\text{Me}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,9 : 1$ až $3 : 1$ a $\text{Me}_2\text{O} : \text{SiO}_2 = 0,15 : 1$ až $1,1 : 1$, $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,1 : 1$ až $0,7 : 1$, přičemž Me je kov vybraný ze skupiny zahrnující K a Na.

Výhodné dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů, charakterizované tím, že surovinou obsahující metakaolinit je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující kaolin a lupek, kalcinované při teplotě 600 až 900 °C.

Další výhodné dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů, charakterizované tím, že surovinou obsahující montmorillonit je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující bentonit a montmorillonitický jíl.

Další výhodné dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů, charakterizované tím, že pevná složka dále obsahuje až 45 % hmotn. alespoň jedné vápenaté suroviny vybrané ze skupiny zahrnující mletý vápenec, hydroxid vápenatý a mletou strusku.

Další výhodné dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů, charakterizované tím, že alkalickým aktivátorem je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující tekuté draselné vodní sklo, tekuté sodné vodní sklo, vodný roztok hydroxidu draselného a vodný roztok hydroxidu sodného.

5

Použití dvousložkového geopolymerního pojiva pro výrobu plastických geopolymerních materiálů.

10

Výhodné použití dvousložkového geopolymerního pojiva pro výrobu plastických geopolymerních materiálů pro zpracování alespoň jedním způsobem vybraným ze skupiny zahrnující lisování, vytlačování, válcování, 3D tisk, profilování a ruční tvarování pro průmyslové využití i pro tvorbu uměleckých děl.

15

Další výhodné použití dvousložkového geopolymerního pojiva pro výrobu plastických geopolymérů s alespoň jedním plnivem vybraným ze skupiny zahrnující křemičitý písek, mletý šamot, kamenivo, technické textilie a sekaná vlákna.

20

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů sestává z pevné a kapalné složky. Pevná složka sestává alespoň ze suroviny obsahující metakaolinit a montmorillonit a kapalná složka obsahuje alkalický aktivátor. Surovina obsahující montmorillonit tvoří rozhodující součást pevné složky a představuje ji typicky bentonit. Surovina obsahující metakaolinit je kalcinovaný mletý kaolin a lupek obsahující zejména metakaolinit a amorfni oxid křemičitý.

25

Cílem vynálezu je dvousložkové geopolymerní pojivo vhodné pro přípravu plastických geopolymerních materiálů – kompozitů, ze kterých bude možno vyrábět produkty strojními i ručními tvářecími technikami. Výhodou geopolymerních materiálů připravených z dvousložkového geopolymerního pojiva pro výrobu plastických geopolymérů podle vynálezu s libovolným plnivem je jejich vysoká plasticita. Tato vlastnost umožňuje, že geopolymér v surovém stavu mění tvar působením tvarovací síly a po odeznění této tvarovací síly si svůj tvar zanechává. Po vytvarování se výrobek nechá vytvrdnout za běžné nebo zvýšené teploty neprodyšně zakrytý fólií. Při běžné teplotě trvá vytvrdnutí typicky 24 h. Pak vytvrdnutý geopolymér zraje dalších 28 dnů, čímž získá finální pevnost.

30

35

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů je po smísení s plnivem, zejména s křemičitým pískem, mletým šamotem, kamenivem, technickými textiliemi a sekanými vlákny, vhodné pro výrobu plastických geopolymerních materiálů. Ty je možno v surovém stavu zpracovat tvářecími technikami, přičemž po odeznění tvarovací síly si vyráběný produkt zachovává získaný tvar.

40

Geopolymery připravené z dvousložkového geopolymerního pojiva pro výrobu plastických geopolymérů podle vynálezu je možno zpracovat například lisováním, vytlačováním, válcováním, 3D tiskem, profilováním či ručním tvarováním na průmyslové výrobky. Je možné je též využít pro tvorbu uměleckých děl.

45

Příklady uskutečnění vynálezu

50

Příklad 1

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů pro strojní a ruční tvarování:

55

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymérů obsahuje 30,18 %

hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 7,25 % hmotn. suroviny obsahující montmorillonit, 13,17 % hmotn. vápenaté suroviny, kterou je mletá slévárenská struska, a 49,40 % hmotn. alkalického aktivátoru. Surovina obsahující metakaolinit je kalcinovaný kaolin. Surovinou obsahující montmorillonit je montmorillonitický jíl. Alkalickým aktivátorem je draselné vodní sklo se silikátovým modulem 1,7. Ve dvousložkovém geopolymerním pojivu jsou molární poměry $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 4,98 : 1$, $\text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1,13 : 1$, $\text{K}_2\text{O} : \text{SiO}_2 = 0,23 : 1$ a $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,50 : 1$.

Toto dvousložkové geopolymerní pojivo bylo smíšeno s křemičitým pískem v hmotnostním poměru pojivo : plnivo = 52 : 48 za vzniku plastického geopolymery.

Plastický geopolymery byl vyválnčován na tlouštku 20 mm. Na připravený plát plastického geopolymery byla přenesena požadovaná struktura pomocí reliéfního válce. Po té byla deska plastického geopolymery ořezána na dlaždice požadovaného tvaru 250 x 250 mm, které byly přikryty neprodyšnou fólií. Za 28 dnů zrání plastického geopolymery byly výrobky vyndány z neprodyšné fólie a připraveny k použití.

Tento plastický geopolymery je možno také použít na obtisky různých reliéfů, pro vytlačování různých profilů nebo pro vytvarování fragmentu sochy. Za účelem snížení objemové hmotnosti či zvýšení pevnosti může být jako plnivo použita směs křemičitého plniva se sekanými technickými vlákny, nejčastěji skelnými, čedičovými či uhlíkovými, v poměru 1:0 až 0:1.

Příklad 2

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymeryů použitelných jako tmel pro tepelnou techniku:

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymeryů obsahuje 23,60 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 13,48 % hmotn. suroviny obsahující montmorillonit, 17,98 % hmotn. vápenaté suroviny, kterou je mletá slévárenská struska, a 44,94 % hmotn. alkalického aktivátoru. Surovina obsahující metakaolinit je kalcinovaný lupek. Surovinou obsahující montmorillonit je bentonit. Alkalickým aktivátorem je sodné vodní sklo se silikátovým modulem 1,6. Ve dvousložkovém geopolymerní pojivu jsou molární poměry $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 4,91 : 1$, $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1,05 : 1$, $\text{Na}_2\text{O} : \text{SiO}_2 = 0,21 : 1$ a $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,52 : 1$.

Toto dvousložkové geopolymerní pojivo bylo smíšeno s mletým šamotem v hmotnostním poměru pojivo : plnivo = 54 : 46 za vzniku plastického geopolymery.

Tento plastický geopolymery byl použit jako žáruvzdorný tmel pro účely tepelné techniky.

Příklad 3

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymeryů použitelných pro větší tvarové ploché desky.

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymeryů obsahuje 21,13 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 11,27 % hmotn. suroviny obsahující montmorillonit, 25,35 % hmotn. vápenaté suroviny, kterou je mletý vápenec, a 42,25 % hmotn. alkalického aktivátoru. Surovina obsahující metakaolinit je kalcinovaný kaolin. Surovinou obsahující montmorillonit je montmorillonitický jíl. Alkalickým aktivátorem je draselné vodní sklo se silikátovým modulem 1,7. Ve dvousložkovém geopolymerní pojivu jsou molární poměry $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 4,57 : 1$, $\text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1,22 : 1$, $\text{K}_2\text{O} : \text{SiO}_2 = 0,27 : 1$ a $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,41 : 1$.

Toto dvousložkové geopolymerní pojivo bylo smíšeno s křemičitým pískem v hmotnostním

poměru pojivo : plnivo = 58 : 42 za vzniku plastického geopolymery.

Výztuhou pro tento plastický geopolymer je tvarované ocelové pletivo nebo technická textilie, které jsou zalisovány mezi dvě vyválnované desky z plastického geopolymery. Celý výrobek
5 musí být neprodyšně přikryt fólií po dobu 28 dnů zrání.

Příklad 4

10 Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymery použitelných pro 3D tisk a ruční tvarování drobných detailů.

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymery obsahuje 16,66 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 41,67 % hmotn. suroviny obsahující montmorillonit
15 a 41,67 % hmotn. alkalického aktivátoru. Surovina obsahující metakaolinit je kalcinovaný kaolin. Surovinou obsahující montmorillonit je montmorillonitický jíl. Alkalickým aktivátorem je draselné vodní sklo se silikátovým modulem 1,7. Ve dvousložkovém geopolymerním pojivu jsou molární poměry $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 5,75 : 1$, $\text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1,01 : 1$, $\text{K}_2\text{O} : \text{SiO}_2 = 0,18$ a $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,60 : 1$.

20 Toto dvousložkové geopolymerní pojivo bylo smíšeno s křemičitým pískem v hmotnostním poměru pojivo : plnivo = 82 : 18 za vzniku plastického geopolymery.

25 Materiál byl použit pro 3D tisk a pro ruční tvarování především drobných detailů.

Příklad 5

30 Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymery použitelných pro 3D tisk a ruční tvarování drobných detailů.

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymery obsahuje 16,07 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 39,92 % hmotn. suroviny obsahující montmorillonit
35 a 44,01 % hmotn. alkalického aktivátoru. Surovina obsahující metakaolinit je kalcinovaný kaolin. Surovinou obsahující montmorillonit je montmorillonitický jíl. Alkalickým aktivátorem je 50% vodný roztok hydroxidu draselného. Ve dvousložkovém geopolymerním pojivu jsou molární poměry $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 4,23 : 1$, $\text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1,64 : 1$, $\text{K}_2\text{O} : \text{SiO}_2 = 0,78$ a $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,33 : 1$.

40 Toto dvousložkové geopolymerní pojivo bylo smíšeno s křemičitým pískem v hmotnostním poměru pojivo : plnivo = 90 : 10 za vzniku plastického geopolymery.

Materiál byl použit pro 3D tisk a pro ruční tvarování především drobných detailů.

45

Příklad 6

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymery použitelných pro větší
50 tvarové ploché desky.

Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymery obsahuje 19,67 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 10,48 % hmotn. suroviny obsahující montmorillonit,
55 23,59 % hmotn. vápenaté suroviny, kterou je mletý vápenec, a 46,26 % hmotn. alkalického aktivátoru. Surovina obsahující metakaolinit je kalcinovaný kaolin. Surovinou obsahující montmorillonit je montmorillonitický jíl. Alkalickým aktivátorem je 50% vodný roztok hydroxidu sodného.

ho. Ve dvousložkovém geopolymerním pojivu jsou molární poměry $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2,72 : 1$, $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2,74 : 1$, $\text{Na}_2\text{O} : \text{SiO}_2 = 1,01 : 1$ a $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,15 : 1$.

5 Toto dvousložkové geopolymerní pojivo bylo smíseno s křemičitým pískem v hmotnostním poměru pojivo : plnivo = 94 : 6 za vzniku plastického geopolymery.

Výztuhou pro tento plastický geopolymer je tvarované ocelové pletivo nebo technická textilie, které jsou zalisovány mezi dvě vyválnované desky z plastického geopolymery. Celý výrobek musí být neprodyšně přikryt fólií po dobu 28 dnů zrání.

10

Průmyslová využitelnost

15 Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymerů je průmyslově využitelné pro výrobu geopolymerních materiálů určených pro tváření, například lisování, vytlačování, válcování, 3D tisk, obtisky či ruční tvarování a pro tvorbu uměleckých děl.

20

PATENTOVÉ NÁROKY

25 **1.** Dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymerů, **v y z n a ě u j í - c í s e t í m**, že sestává z pevné složky a kapalné složky, přičemž pevná složka obsahuje alespoň surovinu obsahující metakaolinit a surovinu obsahující montmorillonit a kapalná složka obsahuje alkalický aktivátor, přičemž dvousložkové geopolymerní pojivo pro výrobu plastických geopolymerů obsahuje 15 až 35 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 4 až 45 % hmotn. suroviny obsahující montmorillonit a 40 až 55 % hmotn. alkalického aktivátoru, přičemž ve

30 dvousložkovém geopolymerním pojivu pro výrobu plastických geopolymerů jsou molární poměry $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2,5 : 1$ až $6 : 1$, $\text{Me}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,9 : 1$ až $3 : 1$ a $\text{Me}_2\text{O} : \text{SiO}_2 = 0,15 : 1$ až $1,1 : 1$, $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,1 : 1$ až $0,7 : 1$, přičemž Me je kov vybraný ze skupiny zahrnující K a Na.

35 **2.** Dvousložkové geopolymerní pojivo podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že surovinou obsahující metakaolinit je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující kaolin a lupek, kalcinované při teplotě 600 až 900 °C.

40 **3.** Dvousložkové geopolymerní pojivo podle některého z nároků 1 a 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že surovinou obsahující montmorillonit je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující bentonit a montmorillonitický jíl.

45 **4.** Dvousložkové geopolymerní pojivo podle některého z nároků 1 až 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že pevná složka dále obsahuje až 45 % hmotn. alespoň jedné vápenaté suroviny vybrané ze skupiny zahrnující mletý vápenec, hydroxid vápenatý a mletou strusku.

50 **5.** Dvousložkové geopolymerní pojivo podle některého z nároků 1 až 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že alkalickým aktivátorem je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující tekuté draselné vodní sklo, tekuté sodné vodní sklo, vodný roztok hydroxidu draselného a vodný roztok hydroxidu sodného.

6. Použití dvousložkového geopolymerního pojiva podle nároků 1 až 5 pro výrobu plastických geopolymerních materiálů.

7. Použití dvousložkového geopolymerního pojiva podle nároků 1 až 5 pro výrobu plastických geopolymerních materiálů pro zpracování alespoň jedním způsobem vybraným ze skupiny zahrnující lisování, vytlačování, válcování, 3D tisk, profilování a ruční tvarování pro průmyslové využití i pro tvorbu uměleckých děl.

5

8. Použití dvousložkového geopolymerního pojiva podle nároků 1 až 5 pro výrobu plastických geopolymerů s alespoň jedním plnivem vybraným ze skupiny zahrnující křemičitý písek, mletý šamot, kamenivo, technické textilie a sekaná vlákna.

10

15

Konec dokumentu
