

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 29 206

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

*C04B 28/26* (2006.01)  
*C04B 14/38* (2006.01)  
*C04B 22/06* (2006.01)  
*C04B 18/14* (2006.01)  
*C04B 18/08* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-31976**  
(22) Přihlášeno: **07.09.2015**  
(47) Zapsáno: **01.03.2016**

- (73) Majitel:  
Technická univerzita v Liberci, Liberec 1- Staré  
Město, CZ
- (72) Původce:  
Ing. Totka Bakalova, Ph.D., Dlouhý Most, CZ  
prof. Ing. Petr Louda, CSc., Dlouhý Most, CZ  
Ing. Karolína Borůvková, Ph.D., Nový Bor, CZ  
Ing. Lukáš Voleský, Úpice, CZ  
Ing. Vladimír Kovačič, Liberec 3, CZ
- (74) Zástupce:  
STRNAD patentová a známková kancelář, Ing.  
Václav Strnad, Rychtářská 375/31, 460 14 Liberec  
14

- (54) Název užitého vzoru:  
**Geopolymerní stavební prvek**

**CZ 29206 U1**

## Geopolymerní stavební prvek

### Oblast techniky

Technické řešení se týká geopolymerního kompozitu, který obsahuje jednak dvousložkové geopolymerní pojivo sestávající z pevné složky a z kapalné složky, jednak složku pevnou vystupující jako plnivo a průsvitné prvky různého tvaru, průměrů, barev a rozmístění v ploše geopolymerního stavebního prvku.

### Současný stav techniky

V současnosti se pro tvorbu průsvitných prvků, desek či stěn používá zejména luxferových tvárnice o rozměru 19 x 19 x 10 cm, které se spojují speciální maltou či lepidlem. Vyrábí se buď ve formě jedné vrstvy skla (například na obkladové panely), nebo jako vícevrstvý „sendvič“ (dveře, stěny, příčky a výplně). Nejjednodušší a nejméně nákladnou cestou k vybudování světelně propustné příčky je použití polykarbonátových desek. Ty ovšem nevykazují dostatečnou pevnost a jsou málo odolné vůči poškrábání. Další používaný stavební materiál jsou tvárnice z betonu a průhledných prvků z UV stabilního plexiskla, které slouží jako vnitřní světlovod. Díky spojení těchto materiálů nabízí výsledný prvek vysokou nosnost a zároveň dokáže skrz sebe přenášet více než 20 % denního nebo umělého osvětlení. Prvek je složen ze speciálního samozhutitelného betonu a z průhledných plastových členů. Beton je modifikován plastifikační přísadou, která umožňuje při velmi nízké dávce vody vyrobit beton řídké konzistence, který nese segreguje použité kamenivo a umožňuje vyrobit velmi pevný beton. Plastové členy jsou vybrány z takového materiálu, který dobře vede světlo, dá se dobře leštit a nemění svůj objem v závislosti na změnách teploty. Jedině takový materiál může být použit v kombinaci s tak odlišným materiálem, jako je beton. Kombinace těchto vlastností je zcela unikátní a výrobek tak nabízí celosvětové využití v architektuře a interiérovém designu v podobě interiérových dělicích příček. Nejčastější využití je v místech s nedostatkem přístupu denního světla (podobné využití jako skleněné tvárnice luxfery). V základní podobě je prvek vyráběn jako „cihla“ o skladebných rozměrech 300/150/75 mm a poloviční cihla 150/150/75 mm. Každá tvárnice je vybavena systémem pero-drážka pro přesnou montáž. Instalace probíhá pomocí speciálního lepidla, které se z kartuše nanáší na horní plochu cihly.

### Podstata technického řešení

Podstata řešení spočívá v tom, že pevnou složku dvousložkového geopolymerního pojiva tvoří suroviny obsahující metakaolinit a/nebo mletou vysokopecní strusku a/nebo elektrárenský popílek. Kapalnou složkou dvousložkového geopolymerního pojiva je draselný nebo sodný alkalický aktivátor. Složkou pevnou ve formě plniva je u tohoto kompozitu žulový a/nebo čedičový kámen a/nebo křemenný písek a/nebo borosilikátové sklo a/nebo porcelán a další obvyklá ostřiva o zrnitosti 1 až 50 mm. Metakaolinit a/nebo mletá vysokopecní struska a/nebo elektrárenský popílek je obsažen v množství 20 % hmotnostních až 62 % hmotnostních vztaženo k celkovému hmotnostnímu množství těchto látek a kapalnou složku dvousložkového geopolymerního pojiva tvoří 10 % hmotnostních až 50 % hmotnostních sodného a/nebo draselného alkalického aktivátoru s obsahem hydroxidu draselného a/nebo sodného se silikátovým modulem  $M_s = 1,5$  až 3,0. Geopolymerní matrice dále obsahuje 1 % hmotnostních až 70 % hmotnostních pevné složky mající funkci plniva. Do geopolymerního kompozitu jsou před počátkem jeho vytvrzování dále vloženy světlovodné elementy umístěné ve hmotě stavebního prvku přes celou jeho tloušťku představované skleněnými tyčemi různých profilů, rozměrů a barev, skleněnými trubkami různých profilů, rozměrů a barev, skleněnými světlovodnými kabely, skleněnými vlákny či pramenci skleněných vláken.

Do rozsahu ochrany také náleží, že surovinu obsahující metakaolinit tvoří alespoň ze 40 hmotnostních procent  $Al_2O_3$ . Obsažená skleněná vlákna nebo pramence skleněných vláken ve stavebním prvku mohou být neupravená nebo jejich povrch může být opatřen povlakem z vodního skla či povlakem z organických pryskyřic či povlakem polysiloxanových laků. Při přípravě geopolymerní matrice je možno použít plastifikátor za účelem snížení viskozity.

Složku pevnou geopolymerního stavebního prvku s funkcí plniva mohou tvořit následující komponenty a to porcelánová drť a/nebo drcený granát a/nebo drcené sklo a/nebo drcená skleněná vlákna a/nebo drcená čedičová vlákna a/nebo drcená uhlíková vlákna a/nebo křemenný písek a/nebo drcená keramika a/nebo kamenivo různých jemností a/nebo stavební drcená suť v množství 1 % hmotnostní až 70 % hmotnostních. Dále se může rovněž jednat o skleněná vlákna a/nebo čedičová vlákna a/nebo uhlíková vlákna a/nebo bavlněná vlákna a/nebo lněná vlákna a/nebo polyesterová vlákna a/nebo polypropylenová vlákna a/nebo aramidová vlákna v množství 1 % hmotnostní až 50 % hmotnostních mající jednak funkci zpevňující a jednak funkci zdobnou.

Bylo zjištěno, že složku pevnou s funkcí plniva v případě geopolymerního stavebního prvku mohou tvořit skleněná nanovlákna a/nebo čedičová nanovlákna a/nebo uhlíková nanovlákna a/nebo křemíková nanovlákna nebo nanočástice či nanotrubičky těchto materiálů o velikosti 100 nm až 900 nm v množství 1 % hmotnostní až 20 % hmotnostních. S výhodou složku pevnou s funkcí plniva tvoří rovněž žulový kámen a/nebo čedičový kámen o zrnitosti 1 mm až 50 mm v množství 5 % hmotnostních až 40 % hmotnostních.

V případě užití geopolymerního stavebního prvku ve vlhkém prostředí je vhodné jeho povrch opatřit hydrofobizačním prostředkem. Povrch stavebního prvku nebo alespoň část jeho povrchu může být broušen a/nebo leštěn.

#### Příklady uskutečnění technického řešení

Základní složkou stavebního prvku je geopolymerní matrice s průsvitnými skleněnými prvky. Geopolymerní matrice je složena z vytvrzené směsi alkalických silikátů a dalších složek na bázi oxidů křemíku, hliníku a dalších prvků. Tento materiál je na rozdíl od kompozitů na bázi organických pryskyřic nehořlavý. Geopolymery neboli anorganické polymery jsou tedy alkalicky aktivované hliníkokřemičitany, u kterých vytvrzování probíhá polymerací na rozdíl od pojiv na bázi portlandského cementu, kde tvrdnutí probíhá hydratací slínekových minerálů. Jako aktivátory jsou používány alkalické aktivátory na bázi křemičitanu draselného a/nebo sodného a dále za přítomnosti hydroxidu draselného a/nebo sodného. Toto řešení rovněž umožňuje použití kyselých aktivovaných geopolymerů např. pomocí kyseliny fosforečné. Surovina obsahující metakaolinit je tvořena alespoň ze 40 hmotnostních procent  $Al_2O_3$ . Takovýto obsah  $Al_2O_3$  v surovině zabezpečuje větší rozpustnost oxidů hliníku a křemíku v alkalickém prostředí. Alkalickým aktivátorem tvořícím kapalnou složku dvousložkového geopolymerního pojiva je výhodně tekuté sodné a/nebo draselné vodní sklo s obsahem hydroxidu draselného a/nebo sodného se silikátovým modulem  $M_s = 1,5$  až  $3,0$ .

Příprava geopolymerního kompozitu probíhá v mísiči. Geopolymerní pojivo se připraví přidáním kapalně složky k pevné složce dvousložkového geopolymerního pojiva v poměrech definovaných technologickými předpisy. Poté se do směsi přidá plnivo v definovaných poměrech. Smíchání kapalně i pevně složky geopolymerního pojiva se provede těsně před jeho použitím.

Připravená směs se vlije do speciální formy obsahující příčně a/nebo svisle uložená skleněná vlákna, optické kabely či tyče různých průměrů, tvarů a barev. Součástí formy jsou elementy pro vytvoření zámků sloužících pro přesné uložení tvárnic. Forma je opatřena komerčním odformovacím prostředkem. Ve formě dojde k polymerizační reakci a k následnému ztuhnutí geopolymeru. Zrání geopolymerních dílců probíhá v závislosti na teplotě a čase, přičemž k odformování geokompozitních dílců může dojít již po 24 hodinách. Zrání geopolymeru je provedeno ve vodě nepropustném obalu nebo bez něj. Doba zrání a teplota, při které k němu dochází, je dána určeným technologickým postupem. Po vytvrzení geopolymeru vzniká polotovár příčně průsvitného stavebního prvku, popř. hotová tvárnice. V případě polotovaru je tento rozřezán na jednotlivé tvárnice. Tvárnice se mohou použít přímo ve stavu ihned po výrobě nebo jsou jejich čelní plochy broušeny, popřípadě leštěny. Další možností úpravy je opatření čelních ploch hydrofobizačními prostředky.

Po dodatečně provedené hydrofobizaci vhodným prostředkem je stavební prvek připraven k použití i do vlhkého prostředí jako jsou např. koupelny atd. Jsou vhodné pro stavbu lehkých příček bez osvětlení nebo s osvětlením, pro vestavbu průsvitných stěn do chodeb apod. Skleněná vlákna

ve formě pramence mohou být buď neupravená anebo opatřená povlakem z vodního skla, organických pryskyřic nebo polysiloxanových laků. Umístění světlovodných elementů v ploše stavební tvárnice může být pravidelné nebo statisticky nepravidelné. Další možnou úpravou průsvitných stavebních tvárníc je jejich přidavné prosvětlení např. LED diodami.

#### 5 Příklad 1

Geopolymerní pojivo bylo vytvořeno z 24 % hmotnostních pevné složky složené ze suroviny obsahující metakaolinit a z 24 % hmotnostních mleté vysokopecní granulované strusky, vztažené k sušině těchto látek. Kapalnou složku pojiva tvoří 38 % hmotnostních sodného a/nebo draselného alkalického aktivátoru tvořeného vodním sklem.

10 Surovina obsahující metakaolinit byla řádně promísena s kapalnou složkou do dosažení požadované viskozity. Následně byla do směsi přidána mletá granulovaná struska a také 14 hmotnostních procent plniva, kterým je směs porcelánové drtě, drcené keramiky a křemenného písku. Takto připravená směs byla opět promíchávána do dosažení homogenizovaného stavu. Geopolymerní směs byla dále vylita do speciálně připravené formy stavebního prvku, do níž byly přes  
15 celou její tloušťku umístěny světlovodné prvky, v tomto případě zvolené ze skleněných tyčí různých profilů, rozměrů a barev a/nebo zvolené ze skleněných trubek rovněž různých profilů, rozměrů a barev. Množství použitých skleněných světlovodných prvků vložených do formy odpovídá záměru designéra. Forma s geopolymerní směsí a se světlovodnými prvky byla dále obalena fólií a v tomto stavu byla ponechána do vytvrzení. Popřípadě lze výrobek odformovat  
20 i dříve.

#### Příklad 2

Geopolymerní kompozit byl vytvořen ze 37 % hmotnostních elektrárenského popílku a 9 % hmotnostních mleté vysokopecní granulované strusky, vztažené k sušině těchto látek. Kapalnou složku tvoří 23 % hmotnostních sodného a/nebo draselného alkalického aktivátoru tvořeného  
25 vodním sklem a 11 % hmotnostních vody.

Pevná složka vznikla promísením elektrárenského popílku a vysokopecní granulované strusky. Kapalná složka byla připravena smícháním alkalického aktivátoru s vodou. Do směsi pevné složky byla přimíchána složka kapalná včetně 20 hmotnostních procent plniva tvořeného skleněnými a polypropylenovými vlákny, majícími jednak funkci zpevňující a jednak funkci zdobnou.  
30 Takto připravená směs byla promíchána do dosažení homogenizovaného stavu. Geopolymerní směs byla následně vylita do speciálně připravené formy stavebního prvku, do níž byly přes celou její tloušťku umístěny světlovodné prvky, v tomto případě tvořené skleněnými světlovodnými kabely nebo pramenci skleněných vláken. Pramence skleněných vláken mohou být na svém povrchu opatřeny povlakem vodního skla nebo povlakem z organických pryskyřic, příkladně epoxidové pryskyřice, a to za účelem zajištění jejich kompaktnosti. Další technologický postup je totožný jako v příkladu 1.  
35

#### Příklad 3

Geopolymerní kompozit byl vytvořen z 29 % hmotnostních pevné složky složené ze suroviny obsahující metakaolinit, vztaženo k sušině této pevné složky. Kapalnou složku tvoří 29 % hmotnostních sodného a/nebo draselného alkalického aktivátoru tvořeného vodním sklem.  
40

Surovina obsahující metakaolinit byla řádně promísena s kapalnou složkou do dosažení požadované viskozity. Následně byl do směsi přidán mletý keramický prášek v množství 42 hmotnostních procent jakožto plnivo. Takto připravená směs byla promíchávána do dosažení homogenizovaného stavu. Další technologický postup je totožný jako v příkladu 1.

#### 45 Příklad 4

Příprava hmoty matrice zůstává stejná jako v příkladu 1, pouze jako plnivo kompozitu byla použita porcelánová drť. Další technologický postup je totožný jako v příkladu 1. Povrch vytvrzeného stavebního prvku byl opatřen hydrofobizačním prostředkem pro omezení jeho nasákavosti.

## Příklad 5

Příprava hmoty matrice zůstává stejná, jak je uvedeno v příkladu 2, pouze jako plnivo kompozitu byla použita směs žulového a čedičového kamene o zrnitosti 1 mm až 10 mm v množství 20 % hmotnostních. Další technologický postup je totožný jako v příkladu 2. Povrch vytvrzeného stavebního prvku byl broušen a leštěn.

## Příklad 6

Příprava hmoty matrice zůstává stejná jako v příkladu 1, pouze jako plnivo kompozitu bylo použito drcené sklo v množství 14 % hmotnostních. Další technologický postup je totožný jako v příkladu 1. Získaný stavební prvek je možno dělit rozřezáním na potřebné rozměry.

## Příklad 7

Příprava hmoty matrice zůstává stejná jako v příkladu 1, pouze jako plnivo kompozitu byla použita drcená skleněná vlákna. Další technologický postup je totožný jako v příkladu 1.

## NÁROKY NA OCHRANU

1. Geopolymerní stavební prvek, vytvořený z geopolymerního kompozitu obsahujícího jednak dvousložkové geopolymerní pojivo a jednak složku pevnou mající funkci plniva, přičemž dvousložkové geopolymerní pojivo sestává z rozemleté složky a z kapalné složky, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že rozemletou složku dvousložkového geopolymerního pojiva tvoří metakaolinit a/nebo mletá vysokopepční granulovaná struska a /nebo elektrárenský popílek v množství 20 % hmotnostních až 62 % hmotnostních vztaženo na celkové hmotnostní množství těchto látek, a kapalnou složku dvousložkového geopolymerního pojiva tvoří 10 % hmotnostních až 50 % hmotnostních sodného a/nebo draselného alkalického aktivátoru s obsahem hydroxidu draselného a/nebo sodného se silikátovým modulem  $M_s = 1,5$  až 3,0, přičemž geopolymerní matrice dále obsahuje 1 % hmotnostní až 70 % hmotnostních pevné složky mající funkci plniva, přičemž do geopolymerního kompozitu jsou vloženy světlovodné elementy umístěné ve hmotě stavebního prvku přes celou jeho tloušťku představované skleněnými tyčemi různých profilů, rozměrů a barev, skleněnými trubkami různých profilů, rozměrů a barev, skleněnými světlovodnými kabely, skleněnými vlákny či pramenci skleněných vláken.
2. Geopolymerní stavební prvek podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že surovinu obsahující metakaolinit tvoří alespoň ze 40 % hmotnostních  $Al_2O_3$ .
3. Geopolymerní stavební prvek podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že skleněná vlákna nebo pramence skleněných vláken jsou neupravené.
4. Geopolymerní stavební prvek podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že skleněná vlákna nebo pramence skleněných vláken jsou opatřeny povlakem z vodního skla nebo povlakem z organických pryskyřic nebo povlakem polysiloxanových laků.
5. Geopolymerní stavební prvek podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že složku pevnou s funkcí plniva tvoří porcelánová drť a/nebo drcený granát a/nebo drcené sklo a/nebo drcená skleněná vlákna a/nebo drcená čedičová vlákna a/nebo drcená uhlíková vlákna a/nebo křemenný písek a/nebo drcená keramika a/nebo kamenivo různých jemností a/nebo stavební drcená suť v množství 1 % hmotnostní až 70 % hmotnostních.
6. Geopolymerní stavební prvek podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že složku pevnou s funkcí plniva tvoří skleněná vlákna a/nebo čedičová vlákna a/nebo uhlíková vlákna a/nebo bavlněná vlákna a/nebo lněná vlákna a/nebo polyesterová vlákna a/nebo polypropylenová vlákna a/nebo aramidová vlákna v množství 1 % hmotnostní až 50 % hmotnostních mající jednak funkci zpevňující a jednak funkci zdobnou.

7. Geopolymerní stavební prvek podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že složku pevnou s funkcí plniva tvoří skleněná nanovlákná a/nebo čedičová nanovlákná a/nebo uhlíková nanovlákná a/nebo křemíková nanovlákná nebo nanočástice či nanotrubky těchto materiálů o velikosti 100 nm až 900 nm v množství 1 % hmotnostní až 20 % hmotnostních.
- 5 8. Geopolymerní stavební prvek podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že složku pevnou s funkcí plniva tvoří žulový kámen a/nebo čedičový kámen o zrnitosti 1 mm až 50 mm v množství 5 % hmotnostních až 40 % hmotnostních.
9. Geopolymerní stavební prvek podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že alespoň část povrchu stavebního prvku je vybroušena a/nebo vyleštěna.
- 10 10. Geopolymerní stavební prvek podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že alespoň část povrchu stavebního prvku je opatřena hydrofobizačním prostředkem.

---

Konec dokumentu

---