

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-71**
(22) Přihlášeno: **15.02.2022**
(40) Zveřejněno: **21.12.2022**
(Věstník č. 51/2022)
(47) Uděleno: **09.11.2022**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **21.12.2022**
(Věstník č. 51/2022)

C04B 18/08 (2006.01)
C04B 18/14 (2006.01)
C04B 28/26 (2006.01)
C04B 18/22 (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01)
C04B 14/04 (2006.01)
C04B 14/36 (2006.01)
C04B 28/14 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:
CZ 2002-1011 A3; CN 101857387 A; CZ 2015-37 A3; GB 2589908 A.

(73) Majitel patentu:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-
Staré Město, CZ

formě v množství 0,1 až 5 % hmotnosti použitého
geopolymerního cementu.

(72) Původce:
Ing. Ewa Katarzyna Buczkowska, Ph.D., Liberec,
Liberec XXX-Vratislavice nad Nisou, CZ
prof. Ing. Petr Louda, CSc., Dlouhý Most, CZ
Piotr Los, Liberec, Liberec XXX-Vratislavice nad
Nisou, CZ
Ing. Patrik Kaščák, 080 01 Prešov, SK

(74) Zástupce:
STRNAD Patentová a známková kancelář, Ing.
Václav Strnad, patentový zástupce, Rychtářská
375/31, 460 14 Liberec, Liberec XIV-Ruprechtice

(54) Název vynálezu:
**Antivibrační geopolymerní kompozit pro
speciální aplikace**

(57) Anotace:
Antivibrační geopolymerní kompozit obsahuje cement
složený z hlinitokřemičitého pojiva na bázi metakaolinu
a/nebo mleté vysokopecní granulované strusky a/nebo
odletového popílku ve zvoleném jednotkovém množství s
dalšími přísadami, kterými jsou alkalický aktivátor
tvořený vodným roztokem křemičitanu sodného nebo
draselného v množství tvořícím 65 až 112 % hmotnosti
použitého geopolymerního cementu a gumová drť s
velikostí částic v rozsahu 0,1 až 8,0 mm v množství
tvořícím 5 až 200 % hmotnosti použitého
geopolymerního cementu. Geopolymerní kompozit může
obsahovat, a to buď jednotlivě nebo ve vzájemné
kombinaci, dále uvedené přísady: křemičitý písek v
množství 0,1 až 200 % hmotnosti použitého
geopolymerního cementu; rozemletý šamot v množství
0,1 až 200 % hmotnosti použitého geopolymerního
cementu; mikrosilik v množství 0,1 až 15 % hmotnosti
použitého geopolymerního cementu; uhlíková
mikrovlákna v množství 0,1 až 5 % hmotnosti použitého
geopolymerního cementu; disiřičitan sodný v množství
0,1 až 10 % hmotnosti použitého geopolymerního
cementu; vysokoviskózní hydroxyethyl celulózy v
práškové formě v množství 0,1 až 3 % hmotnosti
použitého geopolymerního cementu; a sádro v práškové

Antivibrační geopolymerní kompozit pro speciální aplikace

Oblast techniky

5

Předkládaný vynález se týká vyztuženého kompozitního materiálu na bázi geopolymery upraveného pro speciální aplikace při využití dalších příměsí, které mu zajišťují antivibrační vlastnosti a dále zlepšují jeho mechanické vlastnosti. Vyztužený geopolymerní kompozit je určen k využití v aplikacích, kde jsou vyžadovány tlumicí a antivibrační vlastnosti.

10

Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu je geopolymerní kompozitní materiál se specifickým složením a určenými rozsahy příměsí, které takto připravenému geopolymernímu kompozitu poskytují vyšší elasticitu a lepší akustické vlastnosti, díky čemuž je materiál vhodný pro aplikace, při kterých jsou tyto vlastnosti vhodné, například jako silniční podklad či zvuková izolace. Hlavní složkou kompozitu je gumová drť, kterou lze získávat z nově vyrobené gumy, ale také recyklací gumového odpadu, především pneumatik, což představuje způsob, jak tento odpad, který vzniká ve velkém množství, dále využít.

20

Antivibrační geopolymerní kompozit je vytvořen na bázi geopolymerního cementu, složeného z hlinitokřemičitého pojiva na bázi metakaolinu a/nebo mleté vysokopecní granulované strusky a/nebo odletového popílku ve zvoleném jednotkovém množství s dalšími příměsemi kterými jsou alkalický aktivátor tvořený vodným roztokem křemičitanu sodného nebo draselného v množství tvořícím 65 až 112 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu a gumová drť s velikostí částic v rozsahu 0,1 až 8,0 mm v množství tvořícím 5 až 200 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Toto je základní složení antivibračního geopolymerního kompozitu, který může obsahovat další příměsi, které vylepšují užité vlastnosti a rozšiřují také aplikační možnosti vytvořené směsi.

25

30

Příměsí k základnímu složení kompozitu je křemičitý písek v množství 0,1 až 200 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu, použitý křemičitý písek je o jemnosti 0,1 až 0,63 mm.

35

Namísto křemičitého písku nebo společně s křemičtým pískem může antivibrační geopolymerní kompozit obsahovat příměs šamotu o velikosti částic v rozmezí 0,1 až 0,5 mm nebo příměs jemně namletého šamotu o velikosti částic 0,05 až 0,1 mm, a to v množství 0,1 až 200 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu.

40

Antivibrační geopolymerní směs v základním složení nebo jako další příměs obsahuje mikrosiliku o jemnosti 0,1 až 0,3 μm tvořenou nanočásticemi oxidu křemičitého, a to v množství 0,1 až 15 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.

45

Antivibrační geopolymerní kompozit obsahuje zároveň či v základním složení příměs uhlíkových mikrovláken o průměru $6 \pm 1 \mu\text{m}$ a průměrnou délkou vláken 6 mm v množství 0,1 až 5 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.

50

Antivibrační geopolymerní kompozit v základu či zároveň s ostatními složkami obsahuje příměs disiřičitanu sodného v práškové formě v množství 0,1 až 10 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu.

55

Antivibrační geopolymerní kompozit v základu nebo zároveň s ostatními příměsemi obsahuje příměs vysokoviskózní hydroxyethylcelulózy v práškové formě v množství 0,1 až 3 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.

Antivibrační geopolymerní kompozit v základu nebo zároveň s ostatními složkami obsahuje příměs sádry v práškové formě v množství 0,1 až 5 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Obvykle v antivibračním geopolymerním kompozitu představuje aktivátor 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.

Shora uvedené směsi je možno v závislosti na jejich využití vyztužit jednou nebo více zpevňovacími sítěmi, zejména z uhlíkových vláken, která v zásaditém prostředí geopolymerní směsi nedegradují. Síť z uhlíkových vláken je vložena do tloušťky vrstvy geopolymerního cementu. Použita je síť s velikostí ok od 10 x 10 mm až do 50 x 50 mm a o měrné hmotnosti 130 až 500 g/m².

Gumová drť zlepšuje akustické vlastnosti geopolymerního cementu, umožňuje mu lépe tlumit hluk, činí jej elastičtější a zajišťuje antivibrační vlastnosti, což umožňuje využití takto připraveného kompozitu například jako podkladu pod silnici. Uhlíková vlákna zlepšují mechanické vlastnosti výsledného geopolymerního kompozitu, disiřičitan sodný slouží jako emulgátor tekuté směsi a sádra zajišťuje rychlejší schnutí a lepší adhezi k povrchům, především těm vertikálním, nicméně příliš vysoký obsah sádry (přes 5 %) by vedl k popraskání geopolymerního cementu při schnutí. Disiřičitan sodný funguje jako emulgátor a urychluje geopolymerní reakci. Celulóza brání praskání a zvyšuje elasticitu směsi, což zlepšuje možnost nanášení na různé povrchy. Písek, šamot a silika též zlepšují mechanické vlastnosti geopolymerního kompozitu, přičemž písek a šamot zároveň slouží jako plnivo.

Příklady uskutečnění vynálezu

Následující příklady provedení vynálezu slouží k jeho objasnění, aniž by jimi byl vynález, jakkoliv omezen.

Při přípravě jednotlivých směsí a jejich vzorků byla též využita síť z uhlíkových vláken s velikostí ok 10 x 10 mm až 15 x 15 mm (příčně/podélně). Všechny zkušební směsi byly připraveny stejným postupem. Nejprve bylo odměřeno množství geopolymerního cementu, který byl smíchán s aktivátorem a tato směs byla důkladně promíchána, minimálně po dobu několika minut. Následně byly postupně přidány jednotlivé přísady, buď jednotlivě nebo směs přísad. Vytvořená kompozitní směs byla dále promíchána a následně nanášena na zkušební plochu a ponechána k vytvrzení při pokojové teplotě, nejméně po dobu jednoho dne. Pokud byla součástí kompozitního vzorku i výztužná uhlíková síť, byla položena na povrch nanášeného kompozitu spolu s následnou další vrstvou geopolymerní směsi. Do tloušťky vrstvy geopolymerního cementu může být vloženo i více výztužných uhlíkových sítí.

Příklad 1

Specifikem této geopolymerní směsi je vysoký obsah gumové drti a absence dalších uváděných přísad. Geopolymerní směs obsahovala kromě základních přísad pouze jemnou gumovou drť o velikosti částic od 0,1 do 2,0 mm v množství 100 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu, tvořeného hlinitokřemičitým pojivem na bázi metakaolinu. Užití množství alkalického aktivátoru představovalo 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Geopolymer vykazuje relativně jemnou strukturu, což umožňuje využití této směsi například pro tlumení hluku. Vlastnosti směsi mohou být ještě zlepšeny dodatečnou přísadou, resp. dodatečnými přísadami uváděnými a vyjmenovanými výše. Bez dalších přísad jsou mechanické vlastnosti směsi horší, na rozdíl od dalších uvedených příkladných směsí.

Příklad 2

Další geopolymerní směs obsahovala kromě základních přísad hrubou gumovou drť o velikosti částic v rozmezí od 2 do 6 mm v množství 100 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu

a také křemičitý písek o velikosti částic od 0,1 do 0,63 mm v množství 100 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu, tvořeného hlinitokřemičitým pojivem na bázi metakaolinu a mleté vysokopecní granulované strusky. Užití množství alkalického aktivátoru představovalo 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Takto připravenou geopolymerní směs je možné
5 využít jako maltu či pro tlumení hluku, ale bez dodatečných přísad může praskat či schnout pomaleji. Použití písku jakožto výplně snižuje cenu směsi.

Příklad 3

10 Geopolymerní směs obsahovala kromě základních přísad gumovou drť s velikostí částic od 0,1 do 4 mm v množství 100 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu, hrubě mletý šamot o velikosti částic v rozmezí od 0,1 do 0,5 mm v množství 70 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu a také jemné mletý šamot o velikosti částic do 0,1 mm v množství
15 80 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu, tvořeného hlinitokřemičitým pojivem na bázi metakaolinu a mleté vysokopecní granulované strusky. Užití množství alkalického aktivátoru představovalo 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Užití kompozitu je obdobné jako v příkladu 2, záleží na použitém poměrném množství obou šamotů.

Příklad 4

20 Kompozitní směs obsahovala kromě základních přísad gumovou drť o velikosti částic v rozmezí od 0,5 do 4,0 mm v množství 100 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu a příměs mikrosiliky o jemnosti 0,1 až 0,3 μm v množství tvořícím 10 % hmotnosti geopolymerního cementu. Použití množství alkalického aktivátoru představovalo 90 % hmotnosti použitého
25 geopolymerního cementu.

Podobně jako předchozí kompozitní směs je i tuto směs možné používat například jako omítku s jemným vzhledem, použitá silika navíc geopolymerní směs zpevňuje a zvyšuje její trvanlivost i chemickou odolnost.

30

Příklad 5

Další vytvořená směs obsahovala kromě základních přísad gumovou drť o velikosti částic v rozmezí od 0,5 do 5,0 mm v množství 100 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu a příměs uhlíkových mikrovláken o průměru $6 \pm 1 \mu\text{m}$ o délce vláken 6 mm v množství 5 %
35 hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Alkalický aktivátor představoval 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.

40 Uhlíková vlákna výrazně zlepšují mechanické vlastnosti geopolymerního, především pevnost v tahu za ohybu, která není u samotného geopolymerního příliš dobrá. V kombinaci s gumovou drtí je možné tuto směs využívat jako stavební materiál. Uhlíková vlákna bývají obvykle využívána v kombinaci se silikou.

Příklad 6

45

Další kompozitní směs obsahovala jemnou gumovou drť o velikosti částic v rozmezí od 0,1 do 4,0 mm a příměs disiřičitanu sodného v práškové formě. Gumová drť představovala 100 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu, disiřičitan sodný 10 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu a alkalický aktivátor 90 % hmotnosti použitého geopolymerního
50 cementu. Geopolymerní kompozit obsahoval také geopolymerní cement o zvoleném hmotnostním množství, k jehož zvolené hmotnosti se udává užití množství disiřičitanu sodného a gumové drti. Disiřičitan sodný slouží jako emulgátor tekuté směsi, vhodný je především pro použití při větším množství dalších přísad v geopolymerním kompozitu.

Příklad 7

5 Další vhodná geopolymerní směs obsahuje hrubou gumovou drť o velikosti částic v rozmezí 4 až 8 mm a příměs vysokoviskózní hydroxyethylcelulózy v práškové formě v množství 3 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Hrubě namleté gumové drtě je v kompozitu obsaženo 100 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu a alkalického aktivátoru je použito 90 % hmotnosti geopolymerního cementu. Základ geopolymery tvoří geopolymerní cement složený z hlinitokřemičitého pojiva na bázi metakaolinu a elektrárenský odletový popílek. Užitá celulóza 10 brání praskání geopolymery a také zvyšuje elasticitu směsi. Takto připravená směs je vhodná pro přípravu hrubých bezvadných vrstev geopolymery či geopolymery v kombinaci s dalšími přísadami.

Příklad 8

15 Tento další příklad ukázkové směsi kompozitu obsahuje jemně namletou gumovou drť o velikosti částic v rozsahu 0,1 až 4 mm a sádro v práškové formě. 80 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu tvoří jemně mletá gumová drť, 4 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu tvoří prášková sádra a 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu tvoří alkalický aktivátor.

20 Sádra urychluje schnutí geopolymerního cementu a zajišťuje lepší adhezi k pracovnímu povrchu, což činí geopolymerní kompozity s obsahem sádry vhodné pro využití při aplikacích na vertikální povrchy. Příkladem užití jsou omítky, avšak příliš vysoký obsah sádry vede k popraskání geopolymery při obsahu sádry přes 5 %.

Příklad 9

30 Tento příklad dokládá užití uhlíkové sítě, která je vložena buď do geopolymerní formy nebo do tloušťky vrstvy geopolymery, resp. na povrch, na který je kompozitní směs nanášena. Kompozitní směs obsahuje geopolymerní cement, 90 % z hmotnosti použitého geopolymerního cementu alkalického aktivátoru a 100 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu gumové drtě. Užitá je síť z uhlíkových vláken s velikostí ok 30 x 30 mm o měrné hmotnosti 250 g/m². Uhlíkové sítě obecně zlepšují mechanické vlastnosti geopolymery, především pevnost v tahu. Jsou vhodné prakticky obecně pro geopolymery jakéhokoliv složení.

Příklad 10

40 Specifikem této geopolymerní směsi je přídavek křemičitého písku ke gumové drti. Základ směsi tvoří geopolymerní cement a 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu tvoří sodný nebo draselný aktivátor. Gumové drti o jemnosti 1 až 4 mm je použito 100 % hmotnosti geopolymerního cementu, křemičitého písku rovněž 100 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu, křemičitý písek vykazuje zrnitost od 0,1 do 0,63 mm.

45 Další přísady směsi tvoří mikrosilika o jemnosti 0,1 až 0,3 μm v množství 10 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu, uhlíková mikrovlákna o průměru 6 ± 1 μm s průměrnou délkou vláken 6 mm v množství 1 % hmotnosti geopolymerního cementu, dále disiričitan sodný v práškové formě v množství 5 % hmotnosti geopolymerního cementu, vysokoviskózní hydroxyethylcelulózy v práškové formě v množství 1 % hmotnosti geopolymerního cementu a nakonec sádra v práškové formě v množství 4 % hmotnosti použitého 50 geopolymerního cementu.

Takto připravená geopolymerní směs je také vhodná například jako malta či pro tlumení hluku, tentokrát se zlepšenými vlastnostmi, například menším rizikem popraskání. Hodí se tedy například pro využití, kde je nutná trvanlivost, například pro protihlukové zábrany.

55

Příklad 11

Specifikem této geopolymerní směsi je rovněž obsah jemně nadrcené gumové drti o velikosti částic 1 až 4 mm, konkrétně 100 % hmotnosti oproti hmotnostnímu obsahu geopolymerního cementu. Geopolymerní cement a alkalický aktivátor v množství 90 % hmotnosti z použitého množství geopolymerního cementu tvoří základní přísady kompozitu. Směs měla následující složení. Jemně namletý šamot o velikosti částic v rozsahu 0,05 až 0,1 mm v množství 100 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu, mikrosiliku o jemnosti 0,1 až 0,3 μm v množství 10 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu, uhlíková mikrovlákná o průměru $6 \pm 1 \mu\text{m}$ s průměrnou délkou vláken 6 mm v množství 1 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu, disiřičitan sodný v práškové formě v množství 5 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu, vysokoviskózní hydroxyethylcelulózu v práškové formě v množství 1 % hmotnosti použitého cementu a sádra v práškové formě v množství 4 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu. Specifikem této směsi je použití jemně namletého šamotu namísto křemičitého písku.

Takto připravená geopolymerní směs je také vhodná například jako malta a materiál pro opravu prasklin ve stěnách či jako omítka. Využití dodatečných přísad dále zlepšuje mechanické vlastnosti, urychluje schnutí a omezuje praskání geopolymery.

Příklad 12

Tato kompozitní směs je shodná se směsí podle příkladu 10, jejím specifíkem je využití sítě z uhlíkových vláken, zapracované do tloušťky vrstvy geopolymery. Použitá síť vykazovala oka 20 x 20 mm, měrná hmotnost sítě 300 g/m². Do celkové tloušťky vrstvy může být zapracováno více uhlíkových sítí.

Specifikem této geopolymerní směsi je přídavek křemičitého písku ke gumové drti. Základ směsi tvoří geopolymerní cement a 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu tvoří sodný nebo draselný aktivátor. Gumové drti o jemnosti 1 až 4 mm je použito 100 % hmotnosti geopolymerního cementu, křemičitého písku rovněž 100 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu, křemičitý písek vykazuje zrnitost od 0,1 do 0,63 mm. Další přísady směsi tvoří mikrosilika o jemnosti 0,1 až 0,3 μm v množství 10 % hmotnosti použitého množství geopolymerního cementu, uhlíková mikrovlákná o průměru $6 \pm 1 \mu\text{m}$ s průměrnou délkou vláken 6 mm v množství 1 % hmotnosti geopolymerního cementu, dále disiřičitan sodný v práškové formě v množství 5 % hmotnosti geopolymerního cementu, vysokoviskózní hydroxyethylcelulózy v práškové formě v množství 1 % hmotnosti geopolymerního cementu a nakonec sádra v práškové formě v množství 4 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.

Takto připravená geopolymerní směs je také vhodná například jako malta či pro tlumení hluku, tentokrát se zlepšenými vlastnostmi, například menším rizikem popraskání. Hodí se tedy například pro využití, kde je nutná trvanlivost, například pro protihlukové zábrany.

45 Průmyslová využitelnost

V příkladech uváděné konstrukce geopolymerních směsí vykazují zlepšenou schopnost izolace zvuku oproti samotnému geopolymery, což umožňuje jejich využití například jako materiálů pro výrobu protihlukových zábran nebo podklad pro silnice, kde se využijí antivibrační vlastnosti. Kromě toho je lze použít například jako maltu či omítku.

PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Antivibrační geopolymerní kompozit vytvořený na bázi geopolymerního cementu, **vyznačující se tím**, že je obsahuje geopolymerní cement složený z hlinitokřemičitého pojiva na bázi metakaolinu a/nebo mleté vysokopecní granulované strusky a/nebo odletového popílku ve zvoleném jednotkovém množství s dalšími příměsemi kterými jsou alkalický aktivátor tvořený vodným roztokem křemičitanu sodného nebo draselného v množství tvořícím 65 až 112 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu a gumová drť s velikostí částic v rozsahu 0,1 až 8,0 mm v množství tvořícím 5 až 200 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.
- 10 2. Antivibrační geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje příměs křemičitého písku o jemnosti 0,1 až 0,63 mm v množství 0,1 až 200 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.
- 15 3. Antivibrační geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje příměs šamotu o velikosti částic v rozmezí 0,1 až 0,5 mm nebo příměs šamotu o velikosti částic v rozmezí 0,05 až 0,1 mm v množství 0,1 až 200 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.
4. Antivibrační geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje příměs mikrosiliky o jemnosti 0,1 až 0,3 μm v množství 0,1 až 15 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.
- 20 5. Antivibrační geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje příměs uhlíkových mikrovláken o průměru $6 \pm 1 \mu\text{m}$ a průměrnou délkou vláken 6 mm v množství 0,1 až 5 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.
6. Antivibrační geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje příměs disiřičitanu sodného v práškové formě v množství 0,1 až 10 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.
- 25 7. Antivibrační geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje příměs vysokoviskózní hydroxyethylcelulózy v práškové formě v množství 0,1 až 3 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.
8. Antivibrační geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje příměs sádry v práškové formě v množství 0,1 až 5 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.
- 30 9. Antivibrační geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že do tloušťky vrstvy geopolymerního je vložena alespoň jedna síť z uhlíkových vláken s velikostí ok od 10 x 10 mm až do 50 x 50 mm o měrné hmotnosti 130 až 500 g/m^2 .