

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 243

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C04B 14/04 (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01)
C04B 18/22 (2006.01)
C04B 28/26 (2006.01)
C04B 14/38 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-39671**
(22) Přihlášeno: **15.02.2022**
(47) Zapsáno: **02.08.2022**

- (73) Majitel:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-
Staré Město, CZ
- (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 užitného vzoru:
**Antivibrační geopolymerní kompozit pro
speciální aplikace**

Antivibrační geopolymerní kompozit pro speciální aplikace

Oblast techniky

5

Předkládané technické řešení 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 tlumící a antivibrační vlastnosti.

10

Dosavadní stav techniky

Geopolymery jsou anorganické polymery vznikající polykondenzací hlinitokřemičitých materiálů v zásaditém prostředí, kterého se obvykle dosahuje pomocí speciálních aktivačních roztoků tvořených hydroxid) a oxidy alkalických kovů. Tyto materiály mohou být přírodního (metakaoliny) či umělého původu (odletový popílek). Při reakci vznikají tzv. polysialáty se zeolitickou strukturou. Tento proces imituje přírodní procesy vytvrzování hornin, byť je mnohem rychlejší. Geopolymery mají oproti portlandskému cementu (nejčastěji využívanému stavebnímu materiálu) vyšší pevnost v tlaku, odolnost proti vysokým teplotám, chemickým vlivům, nižší spotřebu energie a nižší emise CO₂ při výrobě a nižší tepelnou vodivost. Nižší je naopak pevnost v tahu za ohybu, díky čemuž je vhodné geopolymery vyztužit, podobně jako beton, jehož pevnost v tahu též není příliš vysoká.

Geopolymerní kompozity je možné využít jako alternativu betonu, především do prostředí, kde jsou lépe zužitkovány jejich vlastnosti. Například jejich odolnost vůči vysokým teplotám je umožňuje využít jako formy pro odlévání skla či kovů, zatímco jejich nízká tepelná vodivost a možnost jejich jednoduchého vypěnění umožňuje jejich využití v pasivní protipožární ochraně.

Jakožto výztuž pro stavební materiály je možné využívat například kovové tyče nebo vlákna. K výztuži betonu se nejčastěji používají kovové tyče, obvykle vyrobené ze železa nebo oceli, které zlepšují pevnost v tahu a za ohybu výsledného materiálu (železobetonu). Alternativou ke kovovým tyčím jsou pak různé druhy vláken, například skleněná, textilní, uhlíková, čedičová vlákna apod.

Velkou nevýhodou geopolymery je nemožnost využívat k jejich výztuži materiály, které neodolají jejich silné zásaditosti, například lehké kovy či jejich slitiny nebo sklo. Skelná vlákna je možné využívat k výztuži geopolymery pouze pokud jsou alkalivzdorná. Pro výztuhu geopolymery jsou vhodná například uhlíková vlákna, neboť jsou schopna odolat alkalickému prostředí a mají vyšší pevnost v tahu než například skleněná vlákna. Krom toho jsou nehořlavá, tepelně stabilní, netoxická a lze je recyklovat.

40

Podstata technického řešení

Předmětem technického řešení 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.

50

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 příměsími kterými jsou alkalický aktivátor tvořený vodným roztokem křemičitanu sodného nebo draselného v množství

55

5 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.

10 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.

15 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.

15 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.

20 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.

25 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.

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

35 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.

40 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 geopolymery. Použita je síť s velikostí ok od 10 mm x 10 mm až do 50 mm x 50 mm a o měrné hmotnosti 130 až 500 g/m^2 .

45 Gumová drť zlepšuje akustické vlastnosti geopolymery, umožňuje mu lépe tlumit hluk, činí jej elasticitějším 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 geopolymery při schnutí. Disiřičitan sodný funguje jako emulgátor a urychluje geopolymeryzaci. Celulóza brání praskání a zvyšuje elasticitu směsi, což zlepšuje možnost nanášení na různé povrchy. Písek, šamot a silika též zlepšují
50 mechanické vlastnosti geopolymerního kompozitu, přičemž písek a šamot zároveň slouží jako plnivo.

Příklady uskutečnění technického řešení

Následující příklady provedení užitého vzoru slouží k jeho objasnění, aniž by jimi byl užité vzor, jakkoliv omezen.

5

Při přípravě jednotlivých směsí a jejich vzorků byla též využita síť z uhlíkových vláken s velikostmi ok 10 mm x 10 mm až 15 mm 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 10 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 15 spolu s následnou další vrstvou geopolymerní směsi. Do tloušťky vrstvy geopolymerního může být vloženo i více výztužných uhlíkových sítí.

Příklad 1

Specifikem této geopolymerní směsi je vysoký obsah gumové drti a absence dalších uváděných 20 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. Použité množství alkalického aktivátoru představovalo 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Geopolymer 25 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

30

Další geopolymerní směs obsahovala kromě základních přísad hrubou gumovou drť o velikosti 35 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 vysokopeční granulované strusky. Použité množství alkalického aktivátoru představovalo 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Takto připravenou geopolymerní směs je možné využít jako maltu či pro tlumení hluku, ale bez dodatečných přísad může praskat či schnout pomaleji. Použití písku jakožto výplně snižuje cenu směsi.

40 Příklad 3

Geopolymerní směs obsahovala kromě základních přísad gumovou drť s velikostí částic od 0,1 do 45 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 užitého geopolymerního cementu a také jemně mletý šamot o velikosti částic do 0,1 mm v množství 80 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu, tvořeného hlinitokřemičitým pojivem na bázi metakaolinu a mleté vysokopeční granulované strusky. Použité množství alkalického aktivátoru představovalo 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Užití kompozitu je obdobné jako v příkladu 2, záleží na použitém poměrném množství obou šamotů.

50

Příklad 4

Kompozitní směs obsahovala kromě základních přísad gumovou drť o velikosti částic v rozmezí 55 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. Použité množství alkalického aktivátoru představovalo 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.

5 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.

Příklad 5

10 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 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Alkalický aktivátor představoval 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.

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

20 Příklad 6

Další kompozitní směs obsahovala jemnou gumovou drť o velikosti částic v rozmezí od 0,1 do 4,0 mm a příměs disiričitanu sodného v práškové formě. Gumová drť představovala 25 100 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu, disiričitan sodný 10 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu a alkalický aktivátor 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu. Geopolymerní kompozit obsahoval také geopolymerní cement o zvoleném hmotnostním množství, k jehož zvolené hmotnosti se udává použité množství disiričitanu sodného a gumové drti. Disiričitan sodný slouží jako emulgátor tekuté směsi, vhodný je především pro použití při 30 větším množství dalších přísad v geopolymerním kompozitu.

Příklad 7

35 Další vhodná geopolymerní směs obsahuje hrubou gumovou drť o velikosti částic v rozmezí 4 až 8 mm a příměs vysokoviskózní hydroxyethyl celulózy 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 geopolymeru tvoří geopolymerní cement složený z hlinitokřemičitého pojiva na bázi metakaolinu a elektrárenský odletový popílek. Užitá 40 celulóza brání praskání geopolymeru a také zvyšuje elasticitu směsi. Takto připravená směs je vhodná pro přípravu hrubých bezvadných vrstev geopolymeru či geopolymeru v kombinaci s dalšími přísadami.

Příklad 8

45 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 50 prášková sádra a 90 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu tvoří alkalický aktivátor.

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 55 geopolymeru při obsahu sádry přes 5 %.

Příklad 9

Tento příklad dokládá užití uhlíkové sítě, která je vložena buď do geopolymerní formy nebo do tloušťky vrstvy geopolymerního cementu, 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 drti. Užitá je síť z uhlíkových vláken s velikostí ok 30 mm x 30 mm o měrné hmotnosti 250 g/m². Uhlíkové sítě obecně zlepšují mechanické vlastnosti geopolymerního cementu, především pevnost v tahu. Jsou vhodné prakticky obecně pro geopolymerní jakéhokoliv složení.

Příklad 10

Specifikem této geopolymerní směsi je přidavek 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 ± 1 μm 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 hydroxyethyl celulózy 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.

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 ± 1 μm 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 hydroxyethyl celulózu 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 geopolymerního cementu.

Příklad 12

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

zpracováno více uhlíkových sítí.

5 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 disiričitan sodný v práškové formě v množství 5 % hmotnosti geopolymerního cementu, vysokoviskózní hydroxyethyl celulózy v práškové formě v množství 1 % hmotnosti geopolymerního cementu a nakonec sádra v práškové formě v množství 4 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.

15 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.

20 Průmyslová využitelnost

V příkladech uváděné konstrukce geopolymerních směsí vykazují zlepšenou schopnost izolace zvuku oproti samotnému geopolymernímu, což umožňuje jejich využití například jako materiálů pro výrobu protihlukových zábran. Kromě toho je lze použít například jako maltu či omítku.

25

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Antivibrační geopolymerní kompozit, vytvořený na bázi geopolymerního cementu, **vyznačující se tím**, že 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 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 obsahuje zároveň 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 obsahuje zároveň 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 obsahuje zároveň 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 obsahuje zároveň 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 obsahuje zároveň 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 obsahuje zároveň příměs vysokoviskózní hydroxyethyl celulózy v práškové formě v množství 0,1 až 3 % hmotnosti použitého geopolymerního cementu.
8. Antivibrační geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že obsahuje zároveň 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 tloušťka vrstvy geopolymerního cementu obsahuje alespoň jednu 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 .