

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 33 398

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**C04B 14/48** (2006.01)  
**C04B 28/22** (2006.01)  
**C04B 28/26** (2006.01)  
**F28D 20/00** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-36651**  
(22) Přihlášeno: **23.09.2019**  
(47) Zapsáno: **19.11.2019**

- (73) Majitel:  
Unipetrol výzkumně vzdělávací centrum, a.s., Ústí  
nad Labem, Ústí nad Labem-centrum, CZ
- (72) Původce:  
Ing. Pavlína Hájková, Ph.D., Liberec, Liberec XIV-  
Ruprechtice, CZ  
Mgr. Eliška Haincová, Roudnice nad Labem, CZ
- (74) Zástupce:  
Mgr. Ing. Stanislav Babický, Ph.D., Žatecká  
2470/13, 434 01 Most

- (54) Název užitého vzoru:  
**Kompozit s velkou akumulací tepla**

CZ 33398 U1

## Kompozit s velkou akumulací tepla

### Oblast techniky

5

Technické řešení se týká kompozitu s velkou akumulací tepla na bázi geopolymeru a kovu, který kombinuje výhody geopolymery a kovu, je teplotně odolný do vysokých teplot a jeho výroba probíhá za pokojové teploty.

10

### Dosavadní stav techniky

V tepelné technice, např. v krbové technice, je v poslední době cílem maximální využití tepla, tedy i tepla, které dle dosavadního stavu techniky často odchází v horkých spalínách do komína. Využívá se k tomu akumulace tepla do vhodného akumulačního média a jeho následného pozvolného uvolňování do vytápěných prostor (např. akumulační krby). K tomu se využívají například tzv. akumulační prstence, které jsou umístěny přímo na krbové vložce. Z důvodu maximálního využívání tepla je snaha o vývoj teplotně odolných materiálů s různou schopností akumulace tepla, které jsou díky svým specifickým fyzikálním parametrům schopny pojmout různá množství tepla.

Dosavadní materiály akumulující teplo pro tepelnou techniku se zakládají především na keramických šamotových materiálech, žáruvzdorných hlinitanových cementech a litinách. Jejich schopnost akumulovat teplo je dána vlastnostmi použitého materiálu. Za účelem zlepšení akumulace tepla se používají například směsi na základě magnetitu, magnezitu, mastku či karbidu křemíku. Akumulační prstence se pak vyrábějí nejčastěji z hmot na bázi magnetitu, který má vysokou měrnou tepelnou kapacitu.

Materiál dobře akumulující teplo musí přijmout co největší množství tepla, které pak s určitým prodloužením zase uvolní do okolí. Množství tepla, které je materiál schopen pojmout, závisí především na jeho měrné tepelné kapacitě, která je ovlivněna objemovou hmotností materiálu. Jak rychle se přijímané teplo bude akumulovat a následně uvolňovat do okolí, určuje tepelná a teplotní vodivost. Veličinou vyjadřující schopnost materiálu přijímat teplo je tepelná jímavost  $b$ , která je součinem měrné tepelné kapacity materiálu, jeho objemové hmotnosti a součinitele tepelné vodivosti.

Keramické materiály vynikají vysokou měrnou tepelnou kapacitou a nižším součinitelem tepelné vodivosti. Kovy naopak vynikají vysokým součinitelem tepelné vodivosti a nižší měrnou tepelnou kapacitou. Proto jsou kompozity na bázi keramiky a kovu jako materiály dobře akumulující teplo pro použití v tepelné technice velmi výhodné.

Kompozitní materiál je materiál ze dvou nebo více složek s rozdílnými vlastnostmi, které dohromady dávají výslednému výrobku vlastnosti, které nemá sama o sobě žádná z jeho součástí. Kompozitní materiály nebo zkráceně kompozity se skládají z matrice nazývané také pojivo a z výztuže nazývané plnivo. Výztuž je nespojitá složka kompozitu, která je tvrdší, tužší a podstatně pevnější nežli matrice. Matrice je spojitá složka kompozitu, která propojuje výztuž. Matrice chrání výztuž před vnějšími vlivy a brání jejímu poškození.

Geopolymerní materiály nebo též geopolymery se řadí mezi keramické materiály. Patří mezi hlinitokřemičitany. Jejich výhodou oproti tradičním keramickým materiálům je jejich příprava za pokojové teploty a velmi nízká smršťivost při zrání. Geopolymery vynikají svojí odolností vůči teplotám vyšším než 1100 °C a chemickou odolností. Geopolymery obvykle sestávají z geopolymerního pojiva tvořícího matrici a z plniva, které má vyztužující funkci. Geopolymerní pojiva jsou alkalicky aktivované hlinitokřemičitany. Na rozdíl od pojiv na bázi portlandského cementu, u kterých tvrdnutí probíhá hydratací slínekových minerálů, probíhá vytvrzování

geopolymerního pojiva polymerací. Ta zahrnuje částečné rozpouštění hlinitokřemičitanů, transport a orientaci rozpouštěných částic a jejich následnou polykondenzaci, při níž se formují vazby Si-O-Al-O. Všechny tyto kroky probíhají ve vysoce alkalickém prostředí, které je podmínkou pro rozpouštění hlinitokřemičitanů.

5

Rozpustnost hlinitokřemičitanů je tedy důležitým faktorem 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-

10

krystalické fáze.

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

15

Do struktury geopolymérů však lze zakomponovat široké spektrum dalších materiálů, které se pak velmi významně podílejí nejen na jejich výsledných mechanických vlastnostech, ale také termodynamických vlastnostech.

20

Při třískovém obrábění kovů vzniká velké množství odpadního kovového materiálu. V závislosti na obráběném materiálu a režných podmínkách vzniká buď trhaná, nebo tvářená tříska, která pak může být plynulá, stupňovitá nebo elementární. Kovové třísky se řadí mezi odpadní materiál, který lze nejčastěji využít při výrobě kovové taveniny. Mezi kovový odpadní materiál se řadí i kovové částice po tryskání broky.

25

Užitný vzor CZ 29260 U popisuje tepelně akumulární desky pro zásobníky tepla, ve kterých se využívá materiálů s fázovou přeměnou. Takové materiály jsou vhodné pro akumulaci tepla například ze solárního vzduchového nebo kapalinového kolektoru. Nevýhodou je, že tyto materiály nejsou použitelné pro tepelnou techniku v oblasti křbové techniky.

30

Užitný vzor CZ 25908 U popisuje tepelně vodivou hmotu na bázi geopolymérů, která má zvýšenou tepelnou vodivost přidávkou grafitu. Nevýhodou je, že tato hmota není vhodná pro použití při vyšších teplotách pro „vyhoření“ grafitu z hmoty.

35

Patent EP 2281022 se věnuje tepelně vodivé polymerní hmotě, která dosahuje tepelné vodivosti do 1,2 W/m. Nevýhodou je, že tato hmota je na bázi akrylátu a není tudíž vhodná pro použití při vysokých teplotách.

40

Užitný vzor CZ 28883 U popisuje konstrukci tepelně akumulárního prstence, který se skládá z akumulárních tvarovek, mezi kterými je vložena deska z tepelně vodivého materiálu. Nevýhodou je, že užitný vzor popisuje pouze novou konstrukci akumulárního prstence z již známých materiálů, ale neuvádí žádný nový materiál akumulující teplo.

45

Patent CN 102603337 popisuje způsob výroby tepelně akumulární cihly z magnezitového odpadu. Způsob výroby zahrnuje smísení magnezitového odpadu s železným práškem, ocelovými vlákny a odpadní kapalinou. Nevýhodou je, že je cihly nutno lisovat a nelze je snadno odlít do forem požadovaného tvaru.

50

Patentový spis CZ 302939 se zabývá geopolymerním pojivem především pro výrobu umělých pískovců pro obnovu památek. Toto pojivo sestává ze suroviny obsahující metakaolinit a amorfní siliku a z draselného alkalického aktivátoru. Sušina pojiva obsahuje 26 až 52 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, 22 až 58 % hmotn. amorfní siliky a 13 až 35 % hmotn. draselného alkalického aktivátoru. Nevýhodou je, že materiál neobsahuje kovové plnivo, které by výrazně zvyšovalo schopnosti materiálu akumulovat teplo.

Uvedené nevýhody alespoň z části odstraňuje kompozit s velkou akumulací tepla podle technického řešení.

## 5 Podstata technického řešení

Kompozit s velkou akumulací tepla, charakterizovaný tím, že obsahuje 15 až 90 % hmotn. plniva, kterým jsou alespoň částice alespoň jednoho kovu vybraného ze skupiny zahrnující litinu, mosaz, bronz, ocel a měď o velikosti alespoň 100  $\mu\text{m}$ , a 10 až 85 % hmotn. pojiva obsahujícího alespoň geopolymer.

Výhodný kompozit s velkou akumulací tepla, charakterizovaný tím, že plnivo je alespoň v jedné formě vybrané ze skupiny zahrnující granulát, tryskácké broky, drť, prach, trhané třísky, tvářené elementární třísky a vytrhávané elementární třísky po třískovém obrábění.

Další výhodný kompozit s velkou akumulací tepla, charakterizovaný tím, že geopolymer obsahuje alespoň 25 až 60 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit a 40 až 75 % hmotn. alkalického aktivátoru, přičemž v geopolymery jsou molární poměry  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2,5 \text{ až } 6 : 1$ ,  $\text{Me}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,5 \text{ až } 2,5 : 1$  a  $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,1 \text{ až } 0,7 : 1$ , přičemž Me je kov vybraný ze skupiny zahrnující K a Na.

Další výhodný kompozit s velkou akumulací tepla, charakterizovaný tím, že surovinou obsahující metakaolinit je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující kalcinovaný kaolín a kalcinovaný lupek.

Další výhodný kompozit s velkou akumulací tepla, charakterizovaný tím, že alkalickým aktivátorem je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující draselné vodní sklo, sodné vodní sklo, hydroxid draselný a hydroxid sodný.

Další výhodný kompozit s velkou akumulací tepla, charakterizovaný tím, že geopolymer dále obsahuje až 35 % hmotn. alespoň jedné vápenaté suroviny vybrané ze skupiny zahrnující mletý vápenec, hydroxid vápenatý a mletou strusku.

Další výhodný kompozit s velkou akumulací tepla, charakterizovaný tím, že pojivo dále obsahuje maximálně 60 % hmotn. alespoň jedné suroviny vybrané ze skupiny zahrnující písek, šamot a korund.

Použití kompozitu s velkou akumulací tepla pro výrobu akumulačních prvků pro tepelnou techniku.

Kompozit s velkou akumulací tepla podle technického řešení obsahuje kovové částice, které tvoří výztužnou část kompozitu (plnivo), a geopolymer, který působí jako pojivo. Kovovými částicemi jsou buď trhané třísky, tvářené elementární třísky či vytrhávané elementární třísky po třískovém obrábění kovů, kterými jsou zejména litina, mosaz, bronz, měď a ocel, nebo tryskácké broky z běžné či nerezové oceli nebo mosazi. Geopolymer, který tvoří matici kompozitního materiálu, může obsahovat další plniva, zejména mletý šamot, korund nebo křemičitý písek.

Surový geopolymer sestává z pevné a kapalné složky. Pevná složka obsahuje alespoň surovinu obsahující metakaolinit a kapalná složka obsahuje alkalický aktivátor. Surovinou obsahující metakaolinit je kalcinovaný mletý kaolín a/nebo lupek obsahující zejména metakaolinit a amorfní oxid křemičitý.

Kovové částice zajišťují kompozitu s velkou akumulací tepla podle technického řešení vysokou tepelnou vodivost a vysokou objemovou hmotnost, zatímco geopolymer zajišťuje vysokou měrnou tepelnou kapacitu. Vzájemným poměrem kovové výztuže a geopolymery (i s případným

dalším plnivem) lze v širokém rozsahu ovlivňovat tepelné vlastnosti kompozitu s velkou akumulací tepla podle technického řešení, zejména jeho tepelnou jímavost, která hraje zásadní roli v akumulaci a následném uvolňování akumulovaného tepla.

- 5 Čerstvě připravený kompozit s velkou akumulací tepla lze odlévat, dusat nebo lisovat do požadovaných tvarů, a to za pokojové teploty. Vyzrálý kompozit s velkou akumulací tepla podle technického řešení spojuje výhody keramických a kovových materiálů.

- 10 Cílem technického řešení je kompozit s velkou akumulací tepla vhodný pro výrobu prvků dobře akumulujících teplo pro tepelnou techniku, např. akumulární prvky v krbové technice (akumulační prstence odtahového systému spalin či akumulární části topenišť nebo stěn krbů), či akumulárních prvků sušáren a pecí, které zajišťují udržení stálé teploty i přes časté otevírání zařízení.

- 15 Výhodou kompozitu s velkou akumulací tepla podle technického řešení je, že jeho tepelné vlastnosti lze upravit při jeho výrobě v závislosti na množství a volbě materiálu výztužných kovových částic, přičemž je možno vyrobit kompozit s velkou akumulací tepla podle technického řešení s velmi vysokou tepelnou jímavostí. Další výhodou kompozitu s velkou akumulací tepla podle technického řešení je vysoká pevnost v tlaku přes 50 MPa, a to i po zahřátí na teplotu cca  
20 800 °C, která je běžně dosahována v systému odtahu spalin. Další výhodou kompozitu s velkou akumulací tepla podle technického řešení je jeho vysoká chemická odolnost především vůči silným kyselinám a tepelná odolnost vůči ohni a teplotám do 1100 °C. Nespornou výhodou kompozitu s velkou akumulací tepla podle technického řešení je také využití odpadového kovového materiálu.

25

#### Příklady uskutečnění technického řešení

##### Příklad 1

30

Kompozit s velkou akumulací tepla s litinovými třískami po třískovém obrábění:

- Kompozit s velkou akumulací tepla obsahuje geopolymery, který obsahuje 36,9 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, kterou je kalcinovaný kaolín, 3,2 % hmotn. vápenaté suroviny,  
35 kterou je vápenný hydrát, a 59,9 % hmotn. alkalického aktivátoru, kterým je draselné vodní sklo se silikátovým modulem 1,7. V geopolymery jsou molární poměry  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 3,52 : 1$ ,  $\text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,9 : 1$  a  $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,26 : 1$ .

- 40 Kompozit s velkou akumulací tepla s litinovými třískami po třískovém obrábění dále obsahuje jemně mletý šamot v hmotnostním poměru geopolymery : šamot = 7 : 3.

- Kompozit s velkou akumulací tepla s litinovými třískami po třískovém obrábění dále obsahuje odpadní třísky z litiny s lupínkovým grafitem a perlitickou maticí ČSN 422430 (GG30) v hmotnostním poměru geopolymery se šamotem : litinové třísky = 7 : 3.

45

Surový kompozit s velkou akumulací tepla byl odlit do forem pro zkušební tělesa pro měření termodynamických a mechanických vlastností. Bylo zjištěno, že má následující vlastnosti:

50 Tepelná jímavost:  $1501 \text{ kW}^2 \text{ s m}^{-4} \text{ K}^{-2}$

Měrná tepelná kapacita:  $831 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Součinitel tepelné vodivosti:  $0,86 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

55 Objemová hmotnost:  $2103 \text{ kg m}^{-3}$

Pevnost v tlaku za pokojové teploty / 800 °C / 1100 °C: 26 / 18 / 10 MPa

Pevnost v tahu ohybem za pokojové teploty / 800 °C / 1100 °C: 9 / 5 / 5 MPa

## Příklad 2

Kompozit s velkou akumulací tepla s litinovými třískami po třískovém obrábění:

Kompozit s velkou akumulací tepla obsahuje geopolymery, který obsahuje 38,1 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, kterou je kalcinovaný lupek, a 61,9 % hmotn. alkalického aktivátoru, kterým je draselné vodní sklo se silikátovým modulem 1,7. V geopolymery jsou molární poměry  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 3,52 : 1$ ,  $\text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,9 : 1$  a  $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,27 : 1$ .

Kompozit s velkou akumulací tepla s litinovými třískami po třískovém obrábění dále obsahuje jemně mletý šamot v hmotnostním poměru geopolymery : šamot = 9 : 11.

Kompozit s velkou akumulací tepla s litinovými třískami po třískovém obrábění dále obsahuje odpadní třísky z litiny s lupínkovým grafitem a perlitickou maticí ČSN 422430 (GG30) v hmotnostním poměru geopolymery se šamotem : litinové třísky = 1 : 1.

Surový kompozit s velkou akumulací tepla byl odlit do forem pro zkušební tělesa pro měření termodynamických a mechanických vlastností. Bylo zjištěno, že má následující vlastnosti:

Tepelná jímavost:  $3053 \text{ kW}^2 \text{ s m}^{-4} \text{ K}^{-2}$

Měrná tepelná kapacita:  $732 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Součinitel tepelné vodivosti:  $1,62 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Objemová hmotnost:  $2571 \text{ kg m}^{-3}$

Pevnost v tlaku za pokojové teploty / 800 °C / 1100 °C: 20 / 15 / 9 MPa

Pevnost v tahu ohybem za pokojové teploty / 800 °C / 1100 °C: 9 / 7 / 7 MPa

## Příklad 3

Kompozit s velkou akumulací tepla s hrubými měděnými třískami o největším rozměru 7 mm:

Kompozit s velkou akumulací tepla obsahuje geopolymery, který obsahuje 30,8 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, kterou je kalcinovaný lupek, 24,7 % hmotn. vápenaté suroviny, kterou je mletá slévárenská struska, a 44,5 % hmotn. alkalického aktivátoru, kterým je sodné vodní sklo se silikátovým modulem 1,6. V geopolymery jsou molární poměry  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 3,9 : 1$ ,  $\text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,7 : 1$  a  $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,33 : 1$ .

Kompozit s velkou akumulací tepla s hrubými měděnými třískami dále obsahuje mletý korund se střední velikostí zrna  $180 \mu\text{m}$  v hmotnostním poměru geopolymery : korund = 22 : 3.

Kompozit s velkou akumulací tepla s hrubými měděnými třískami dále obsahuje hrubé měděné třísky s největším rozměrem 0,7 mm v hmotnostním poměru geopolymery s korundem : měděné třísky = 3 : 7.

Surový kompozit s velkou akumulací tepla byl odlit do forem pro zkušební tělesa pro měření termodynamických a mechanických vlastností. Bylo zjištěno, že má následující vlastnosti:

Tepelná jímavost:  $8206 \text{ kW}^2 \text{ s m}^{-4} \text{ K}^{-2}$

Měrná tepelná kapacita:  $481,5 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Součinitel tepelné vodivosti:  $3,73 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Objemová hmotnost:  $4570 \text{ kg m}^{-3}$

Pevnost v tlaku za pokojové teploty /  $800^\circ\text{C}$  /  $1100^\circ\text{C}$ : 21 / 17,1 / 15,3 MPa

Pevnost v tahu ohybem za pokojové teploty /  $800^\circ\text{C}$  /  $1100^\circ\text{C}$ : 4,5 / 6,2 / 7,5 MPa

#### Příklad 4

Kompozit s velkou akumulací tepla s ocelovým granulátem (broky):

Kompozit s velkou akumulací tepla s ocelovým granulátem obsahuje geopolymery, který obsahuje 35,7 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit, kterou je kalcinovaný lupek, 6,4 % hmotn. vápenaté suroviny, kterou je mletá slévarenská struska, a 57,9 % hmotn. alkalického aktivátoru, kterým je draselné vodní sklo se silikátovým modulem 1,4. V geopolymery jsou molární poměry  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 3,3 : 1$ ,  $\text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,8 : 1$  a  $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,23 : 1$ .

Kompozit s velkou akumulací tepla s ocelovým granulátem dále obsahuje jemně mletý šamot v hmotnostním poměru geopolymery : šamotové plnivo = 4 : 1.

Kompozit s velkou akumulací tepla s ocelovým granulátem dále obsahuje ocelový granulát v hmotnostním poměru geopolymery se šamotem : ocelový granulát = 1 : 9. Ocelový granulát je směsí tří druhů ocelového granulátu S1110, S550 a S110 v hmotnostním poměru 2 : 1 : 1.

Surový kompozit s velkou akumulací tepla s ocelovým granulátem byl odlit do forem pro zkušební tělesa pro měření termodynamických a mechanických vlastností. Bylo zjištěno, že má následující vlastnosti:

Tepelná jímavost:  $18421 \text{ kW}^2 \text{ s m}^{-4} \text{ K}^{-2}$

Měrná tepelná kapacita:  $436 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Součinitel tepelné vodivosti:  $7,7 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Objemová hmotnost:  $5531 \text{ kg m}^{-3}$

Pevnost v tlaku za pokojové teploty /  $800^\circ\text{C}$  /  $1100^\circ\text{C}$ : 35 / 12 / 6,5 MPa

Pevnost v tahu ohybem za pokojové teploty /  $800^\circ\text{C}$  /  $1100^\circ\text{C}$ : 8,1 / 6 / 4,1 MPa

#### Průmyslová využitelnost

Kompozit s velkou akumulací tepla podle technického řešení je průmyslově využitelný pro výrobu akumulčních prvků pro tepelnou techniku, např. akumulčních prvků v krbové technice (akumulční prstence odtahového systému spalin či akumulční části topenišť nebo stěn krbů), či akumulčních prvků sušáren a pecí pro udržení stálé teploty i přes časté otevírání zařízení.

## NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Kompozit s velkou akumulací tepla, **vyznačující se tím**, že obsahuje 15 až 90 % hmotn. plniva, kterým jsou alespoň částice alespoň jednoho kovu vybraného ze skupiny zahrnující litinu, mosaz, bronz, ocel a měď o velikosti alespoň 100  $\mu\text{m}$ , a 10 až 85 % hmotn. pojiva obsahujícího alespoň geopolymery.
- 10 2. Kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že plnivo je alespoň v jedné formě vybrané ze skupiny zahrnující granulát, tryskací broky, drť, prach, trhané třísky, tvášené elementární třísky a vytrhávané elementární třísky po třískovém obrábění.
- 15 3. Kompozit podle kteréhokoliv z nároků 1 až 2, **vyznačující se tím**, že geopolymery obsahuje alespoň 25 až 60 % hmotn. suroviny obsahující metakaolinit a 40 až 75 % hmotn. alkalického aktivátoru, přičemž v geopolymerech jsou molární poměry  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2,5 \text{ až } 6 : 1$ ,  $\text{Me}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,5 \text{ až } 2,5 : 1$  a  $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 0,1 \text{ až } 0,7 : 1$ , přičemž Me je kovový prvek vybraný ze skupiny zahrnující K a Na.
- 20 4. Kompozit podle z nároku 3, **vyznačující se tím**, že surovinou obsahující metakaolinit je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující kalcinovaný kaolín a kalcinovaný lupek.
- 25 5. Kompozit podle kteréhokoliv z nároků 3 až 4, **vyznačující se tím**, že alkalickým aktivátorem je alespoň jedna látka vybraná ze skupiny zahrnující draselné vodní sklo, sodné vodní sklo, hydroxid draselný a hydroxid sodný.
- 30 6. Kompozit podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že geopolymery dále obsahuje až 35 % hmotn. alespoň jedné vápenaté suroviny vybrané ze skupiny zahrnující mletý vápenec, hydroxid vápenatý a mletou strusku.
- 35 7. Kompozit podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že pojivo dále obsahuje maximálně 60 % hmotn. alespoň jedné suroviny vybrané ze skupiny zahrnující písek, šamot a korund.
8. Použití kompozitu s velkou akumulací tepla pro výrobu akumulčních prvků pro tepelnou techniku.