

B32B 3/10 (2006.01)
B32B 3/08 (2006.01)
B32B 5/18 (2006.01)
B32B 7/027 (2019.01)
B32B 7/025 (2019.01)
C09K 5/06 (2006.01)
F28D 20/02 (2006.01)
F28D 17/02 (2006.01)

(19)
 ČESKÁ
 REPUBLIKA



ÚŘAD
 PRŮMYSLOVÉHO
 VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-584**
 (22) Přihlášeno: **13.09.2019**
 (40) Zveřejněno: **09.12.2020**
(Věstník č. 50/2020)
 (47) Uděleno: **29.10.2020**
 (24) Oznámení o udělení ve věstníku: **09.12.2020**
(Věstník č. 50/2020)

(56) Relevantní dokumenty:
 Yaxue Lin et. al.: Review on thermal conductivity enhancement, thermal properties and applications of phase change materials in thermal energy storage, Renewable and sustainable energy reviews 82, 2/2018, 2730-2742, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.002>.
 US 2003/0124318 A1; FR 2875432 A1; CN 208955155 U; WO 00/78194 A1.

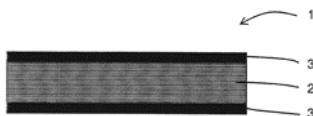
(73) Majitel patentu:
 Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-
 Staré Město, CZ

(72) Původce:
 prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D, Liberec, Liberec
 XXXIII-Machnín, CZ
 prof. Ing. Jiří Militký, CSc., Liberec, Liberec VI-
 Rochlice, CZ
 Ing. Jaromír Marek, Ph.D., Zásada, CZ

(74) Zástupce:
 Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
 Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00
 Brno, Zábrdovice

(54) Název vynálezu:
**Kompozit pro teplotní ochranu, zejména
 pro chlazení elektronických součástek**

(57) Anotace:
 Řešení se týká kompozitu (1) pro teplotní ochranu, zejména pro chlazení elektronických součástek, který obsahuje alespoň jednu porézní nosnou vrstvu (2), ve které je uložen alespoň jeden materiál s látkovou přeměnou, přičemž porézní nosná vrstva (2) je alespoň na jednom svém povrchu opatřena krycí vrstvou (3), která je neprůchozí pro materiál/materiály s látkovou přeměnou uložený/uložené v osné vrstvě (2), přičemž alespoň jedna krycí vrstva (3) je tvořena tepelně vodivým materiálem a je v přímém kontaktu s nosnou vrstvou (2).



Kompozit pro teplotní ochranu, zejména pro chlazení elektronických součástek

Oblast techniky

5

Vynález se týká kompozitu pro teplotní ochranu, zejména pro chlazení elektronických součástek.

Dosavadní stav techniky

10

Pro ochranu různých, např. elektronických součástek, proti působení vysokých teplot (z okolí nebo způsobených činnostmi dané součástky) se v současné době používají různé typy aktivních nebo pasivních chladičů. Jejich cílem je zabránit přehřátí dané součástky a tím jejímu poškození nebo zničení a udržet její teplotu v relativně úzkém teplotním intervalu optimálním pro její výkon. Časté a poměrně rychlé výkyvy teplot těchto součástek přitom vyžadují okamžitou reakci chladiče a/nebo jeho dostatečnou tepelnou kapacitu.

15

Nevýhodou aktivních chladičů je, že spolupracují s teplotními čidly, která mohou být nepřesná, případně může dojít k jejich poškození, spotřebovávají elektrickou energii a vydávají hluk.

20

Nevýhodou pasivních chladičů je zejména potřeba jejich předimenzování pro extrémní případy a nízká flexibilita.

25

Společnou nevýhodou obou typů chladičů je pak to, že nejsou schopné danou součástku ochránit před působením dalších vlivů omezujících její výkon a životnost, jako je nízká teplota nebo elektromagnetické interference z okolí.

30

Z dokumentu US 20030124318 je známá tepelná bariéra, která obsahuje dvě krycí vrstvy, mezi kterými je uložený základní materiál, ve kterém je uložený alespoň jeden materiál s látkovou přeměnou. Vrstva základního materiálu je přitom rozdělena do několika regionů (v rámci kterých je uložený stejný nebo odlišný materiál s látkovou přeměnou), které jsou od sebe vzájemně oddělené. Toto oddělení je v jedné variantě provedení realizováno buď bariérou tvořenou libovolným materiálem neprůchozím pro materiál s látkovou přeměnou v kapalném stavu, jako např. lokálně zhutněným základním materiálem, nebo jiným neporézním materiálem, případně spojením krycích vrstev. Díky této konstrukci má tato bariéra vysokou tuhost (zejména v ohybu), kvůli čemuž není vhodná pro řadu aplikací, protože není schopná se přizpůsobit tvaru chráněné elektronické součástky a/nebo daného prostoru.

35

40

Cílem vynálezu je navrhnout kompozit pro teplotní ochranu, zejména elektronických součástek, který by toho byl schopen.

Podstata vynálezu

45

Cíle vynálezu se dosáhne kompozitem pro teplotní ochranu, zejména pro chlazení elektronických součástek, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje alespoň jednu porézní nosnou vrstvu, ve které je uložen alespoň jeden materiál s látkovou přeměnou, přičemž porézní nosná vrstva je alespoň na jednom svém povrchu opatřena krycí vrstvou, která je neprůchozí pro materiál/materiály s látkovou přeměnou uložený/uložené v nosné vrstvě. Alespoň jedna krycí vrstva je tvořena tepelně vodivým materiálem a je v přímém kontaktu s nosnou vrstvou.

50

Vhodným materiálem s látkovou přeměnou je zejména polyethylenglykol nebo parafín.

Pro zvýšení efektivity je možné zakomponovat do materiálu s látkovou přeměnou nanočástice a/nebo mikročástice tepelně vodivého materiálu, jejichž přítomnost zlepšuje přestup tepla vnitřní strukturou kompozitu.

- 5 Porézní nosná vrstva je tvořená materiálem s nízkým faktorem vyplnění – např. textilií (s výhodou netkanou), vrstvou pěnového materiálu, vrstvou polymerních nanovláken apod.

Ve výhodné variantě je porézní nosná vrstva opatřená krycí vrstvou na obou svých površích.

- 10 Dle uvažované aplikace může být alespoň jedna krycí vrstva kompozitu tvořená vrstvou elektricky vodivého materiálu, jako např. kovovou fólií, která mj. chrání danou součástku před vnějším elektromagnetickým polem, případně vrstvou elektricky nevodivého a tepelně vodivého materiálu, jako např. vrstvou polymerních nanovláken nebo polymerní fólií.

- 15 Pro zlepšení přestupu tepla mezi jednotlivými vrstvami kompozitu je výhodné, pokud je alespoň jeden povrch porézní nosné vrstvy alespoň částečně pokovený.

Pro některé aplikace může být výhodné, pokud je porézní nosná vrstva nesouvislá, což usnadňuje tvarování kompozitu, např. dle tvaru chlazené součástky, a dosažení větší plochy styku.

20

Objasnění výkresů

- Na přiloženém výkresu je na obr. 1 schematicky znázorněný řez kompozitem pro teplotní ochranu, zejména pro chlazení elektronických součástek, podle vynálezu, na obr. 2 výsledek měření diferenciální skenovací kalorimetrie pro kompozit pro teplotní ochranu podle vynálezu ve variantě s porézní vrstvou opatřenou na obou površích krycí vrstvou tvořenou hliníkovou fólií, na obr. 3 výsledek měření diferenciální skenovací kalorimetrie pro kompozit pro teplotní ochranu podle vynálezu ve variantě s porézní vrstvou opatřenou na jednom povrchu krycí vrstvou tvořenou hliníkovou fólií a na opačném povrchu hydrofobizovanou vrstvou polyamidových nanovláken, a na obr. 4 výsledek měření diferenciální skenovací kalorimetrie pro kompozit pro teplotní ochranu podle vynálezu ve variantě s porézní vrstvou opatřenou na obou površích krycí vrstvou tvořenou hydrofobizovanou vrstvou polyamidových nanovláken. Na obr. 5 jsou křivky závislosti teploty různých variant kompozitu podle vynálezu na čase s vyznačenými inflexními body při jejich ohřevu na desce vyhřáté na teplotu 65 °C a na obr. 6 křivky závislosti teploty těchto variant kompozitu na čase s vyznačenými inflexními body při jejich ohřevu na desce vyhřáté na teplotu 75 °C. Na obr. 7 jsou pak křivky závislosti teploty dalších variant kompozitu podle vynálezu na čase s vyznačenými inflexními body při jejich ohřevu na desce vyhřáté na teplotu 75 °C.

40

Příklady uskutečnění vynálezu

- Kompozit 1 pro teplotní ochranu, zejména pro chlazení elektronických součástek podle vynálezu obsahuje alespoň jednu porézní nosnou vrstvu 2, v jejíž pórech je uložen alespoň jeden materiál s látkovou přeměnou. Tato porézní nosná vrstva 2 je přitom alespoň na jednom svém povrchu opatřená krycí vrstvou 3, která je neprůchozí pro materiál s látkovou přeměnou uložený v nosné vrstvě 2, a která tak při roztavení tohoto materiálu brání jeho úniku ze struktury nosné vrstvy 2. Alespoň jedna krycí vrstva 3 je tepelně vodivá a je v přímém kontaktu s nosnou vrstvou 2, což usnadňuje přenos tepla do, resp. z porézní nosné vrstvy 2.

50

- Jako materiál s látkovou přeměnou lze použít řadu známých materiálů organického i anorganického původu, případně jejich kombinací. S ohledem na zápach a toxicitu některých z nich se jako nejvhodnější jeví především polyethylengykoly (PEG). Jejich další výhodou je rozpustnost ve vodě a díky tomu snadná zpracovatelnost. Pro ochranu před vysokými teplotami je vhodné použít materiál s látkovou přeměnou o vyšší teplotě přechodu (tání), jako např. PEG 1450

55

s teplotou tání 42 až 46 °C, PEG 1500 s teplotou tání 45 až 50 °C, PEG 2000 s teplotou tání 50 až 53 °C, PEG 3000 s teplotou tání 55 až 58 °C, PEG 4000 s teplotou tání 53 až 58 °C či PEG 6000 s teplotou tání 58 až 63 °C, apod. Naopak pro ochranu před nízkými teplotami je vhodné použít materiály s látkovou přeměnou s nízkou teplotou přechodu, jako např. PEG 300 s teplotou tání -15 až -10 °C nebo PEG 400 s teplotou tání 5 °C, apod. V případě potřeby lze v rámci několika, případně i jedné nosné vrstvy 2, pro zvýšení flexibility kompozitu 1 pro teplotní ochranu kombinovat materiály s látkovou přeměnou různého typu a/nebo s různými teplotami přechodu.

Dalším vhodným materiálem s látkovou přeměnou jsou např. parafíny.

Jako porézní nosnou vrstvu 2 lze využít různé vlákenné materiály, např. ve formě netkané textilie, tkaniny, pleteniny, vrstvy polymerních nanovláken apod., nebo pěnové materiály, např. polyuretanovou nebo jinou pěnu apod., přičemž materiál/materiály s látkovou přeměnou v kapalném stavu díky výborné smáčivosti těchto materiálů spontánně pronikne/proniknou do jejich pórů, které (alespoň částečně) vyplní. Takto absorbovaný/absorbované materiál/materiály s látkovou přeměnou jsou přitom v takovém nosiči díky jeho velkému měrnému povrchu a velké ploše styku stabilní jak v tuhém, tak i v tekutém stavu. Jako výhodné materiály porézní nosné vrstvy 2 se jeví zejména materiály obsahující polymerní nanovlákná, resp. materiály tvořené polymerními nanovláknky. Vhodnými polymerními nanovláknky jsou zejména polyamidová nanovlákná – jejich výhodou je jejich dobrá dostupnost a chemická i tepelná odolnost. Nosná vrstva 2 z těchto materiálů je přitom s výhodou souvislá, ale v případě potřeby může být vytvořená i jako nesouvislá, když je např. tvořená navzájem oddělenými útvary stejné nebo odlišné velikosti, které mohou být uspořádány do vhodné pravidelné nebo nepravidelné matice, případně vzoru, což umožňuje snazší tvarování kompozitu 1 dle tvaru součástky, a tím i zvýšení teplosměnné plochy.

Pro mechanickou ochranu nosné vrstvy 2 a v ní uloženého materiálu s látkovou přeměnou je na alespoň jednom povrchu nosné vrstvy 2, s výhodou však na obou jejích površích, uložena alespoň jedna krycí vrstva 3. Tato krycí vrstva 3 může být dle potřeby tvořena řadou různých materiálů, případně vhodných kombinací dvou nebo více materiálů. Dle uvažované aplikace kompozitu 1 je alespoň jedna krycí vrstva 3 vytvořená z tepelně a případně i elektricky vodivého materiálu, kdy současně chrání danou součástku před vnějším elektromagnetickým polem – takovým materiálem jsou např. kovové fólie (měděná, hliníková apod.), nebo z tepelně vodivého, ale elektricky nevodivého materiálu – takovým materiálem jsou např. polymerní fólie (např. polyesterové apod.) nebo vrstvy polymerních nanovláken (např. polyamidových apod.). Varianta, kdy je krycí vrstva 3 na jednom povrchu porézní nosné vrstvy 2 tvořená tepelně i elektricky vodivým materiálem a současně krycí vrstva 3 na opačném povrchu porézní nosné vrstvy 2 tepelně vodivým, ale elektricky nevodivým materiálem je vhodná pro zajištění elektrické izolace dané součástky a současně (díky přítomnosti elektricky vodivé krycí vrstvy 3) pro její ochranu před elektromagnetickým zářením, resp. interferencemi z okolí.

V případě použití vrstvy polymerních nanovláken je tato vrstva s výhodou opatřena hydrofobní a případně i oleofobní úpravou, např. ve formě hydrofobního prostředku uloženého v nespojitě vrstvě v její struktuře způsobem dle CZ 2011-306, nebo ve formě filmu vytvořeného plazmatickým nástřikem způsobem dle CZ 305675 B6, apod., kdy brání průniku vody k materiálu s látkovou přeměnou v porézní nosné vrstvě 2. Vrstva polymerních nanovláken může být použita buď samostatně, nebo v kombinaci s vrstvou běžné textilie, se kterou je spojená přirozenou adhezí nebo laminací.

Pro zabránění úniku materiálu/materiálů s látkovou výměnou po obvodu nosné vrstvy 2 mezi krycími vrstvami 3 je nosná vrstva 2 na svém obvodu s výhodou překrytá vrstvou materiálu s hydrofobními vlastnostmi a vhodnou mechanickou a chemickou odolností (který může ale nemusí být shodný z materiálem krycí vrstvy/vrstev 3) a/nebo alespoň jedna krycí vrstva 3 přesahuje přes obvod nosné vrstvy 2 a je, např., prostřednictvím laminačních bodů spojená s krycí vrstvou 3 uloženou na opačném povrchu nosné vrstvy 2, případně jsou krycí vrstvy 3 spojené, např. prostřednictvím laminačních bodů po obvodu nosné vrstvy 2.

Krycí vrstva/vrstvy 3 může/mohou být s nosnou vrstvou 2 spojená/spojeny přímo materiálem/materiály s látkovou přeměnou, který v roztaveném stavu (při výrobě nebo při prvním použití kompozitu 1) smáčí i materiál krycích vrstev 3 a po svém zatuhnutí pak tyto krycí vrstvy 3 spojuje s nosnou vrstvou 2. V případě potřeby však lze krycí vrstvy 3 s nosnou vrstvou 2 propojit lepením nebo jinou vhodnou technologií dle typu a materiálu těchto vrstev.

Pro zlepšení přenosu tepla do a ve struktuře kompozitu 1 je výhodné, pokud je alespoň jeden povrch porézní nosné vrstvy 2 alespoň částečně pokovený. Dalšího zlepšení přenosu tepla se dosáhne umístěním nanočástic a/nebo mikročástic tepelně vodivých materiálů (zejm. kovů, jako např. mědi, hliníku, stříbra apod., případně nekovových materiálů, jako např. uhlíku apod.) do materiálu s látkovou přeměnou uloženého v porézní nosné vrstvě 2. Množství těchto částic přitom v závislosti na jejich typu a velikosti s výhodou odpovídá cca 1 až 25 % hmotnosti materiálu s látkovou přeměnou v kompozitu 1, v případě potřeby však může být vyšší nebo naopak nižší.

Struktura kompozitu 1 podle vynálezu umožňuje dosáhnout vysokého podílu (i více než 90 % hmotn.) materiálu/materiálů s látkovou přeměnou a díky tomu výrazného tepelného efektu.

Příklad 1

Kompozit 1 pro teplotní ochranu obsahoval nosnou vrstvu 2 tvořenou vrstvou nanovláken z polyamidu 6 s plošnou hmotností 20 g/m^2 a průměrem vláken 180 nm. Na obou plochách této nosné vrstvy 2 byla uložena krycí vrstva 3 tvořená hliníkovou fólií s plošnou hmotností 50 g/m^2 . Jako materiál s látkovou přeměnou se použil PEG 4000, který se aplikoval v roztaveném stavu při teplotě $80 \text{ }^\circ\text{C}$, přičemž zcela zaplnil póry nosné vrstvy 2 a po svém zatuhnutí spojil nosnou vrstvu 2 s oběma krycími vrstvami 3. Celková plošná hmotnost takto vytvořeného kompozitu 1 byla 420 g/m^2 , z čehož bylo 300 g/m^2 , tj. 71,4 %, tvořeno PEG 4000. Takto vytvořený kompozit 1 je soudržný, flexibilní a mechanicky odolný a má dobrou tepelnou vodivost a velmi dobré elektromagnetické stínící vlastnosti.

Příklad 2

Kompozit 1 pro teplotní ochranu obsahoval nosnou vrstvu 2 tvořenou viskóзовou netkanou textilií s plošnou hmotností 47 g/m^2 . Na obou plochách této nosné vrstvy 2 byla uložena krycí vrstva 3 tvořená hliníkovou fólií s plošnou hmotností 20 g/m^2 . Jako materiál s látkovou přeměnou se použil PEG 1500, který se aplikoval v roztaveném stavu při teplotě $80 \text{ }^\circ\text{C}$, přičemž zcela zaplnil póry nosné vrstvy 2 a po své zatuhnutí spojil nosnou vrstvu 2 s oběma krycími vrstvami 3. Celková plošná hmotnost takto vytvořeného kompozitu 1 byla 387 g/m^2 , z čehož bylo 300 g/m^2 , tj. 77,5 %, tvořeno PEG 1500. Takto vytvořený kompozit 1 je soudržný, flexibilní a mechanicky odolný a má dobrou tepelnou vodivost a velmi dobré elektromagnetické stínící vlastnosti.

Na obr. 2 je výsledek měření diferenciální skenovací kalorimetrie (DSC) tohoto kompozitu 1, ze kterého je zřejmé, že kompozit 1 výše popsané konstrukce dokáže při skupenské změně pohltit (resp. vydat) cca 123 J/g .

Příklad 3

Kompozit 1 pro teplotní ochranu obsahoval nosnou vrstvu 2 tvořenou polyesterovou netkanou textilií s plošnou hmotností 12 g/m^2 s povrchy pokovenými vrstvou mědi. Na jedné ploše této nosné vrstvy 2 byla uložena krycí vrstva 3 tvořená hliníkovou fólií s plošnou hmotností 20 g/m^2 a na opačné ploše hydrofobizovaná vrstva polyamidových vláken s plošnou hmotností 3 g/m^2 a průměrem vláken 200 nm. Jako materiál s látkovou přeměnou se použil PEG 1500, který se aplikoval v roztaveném stavu při teplotě $80 \text{ }^\circ\text{C}$, přičemž zcela zaplnil póry nosné vrstvy 2 a po svém zatuhnutí spojil nosnou vrstvu 2 s oběma krycími vrstvami 3. Celková plošná hmotnost takto vytvořeného kompozitu 1 byla 125 g/m^2 , z čehož bylo 90 g/m^2 , tj. 72 %, tvořeno PEG 1500. Takto

vytvořený kompozit 1 je soudržný, flexibilní a mechanicky odolný a má výbornou tepelnou vodivost a velmi dobré elektromagnetické stínící vlastnosti.

5 Na obr. 3 je výsledek měření DSC tohoto kompozitu 1, ze kterého je zřejmé, že kompozit 1 výše popsané konstrukce dokáže při skupenské změně pohlit (resp. vydat) cca 104 J/g.

Příklad 4

10 Kompozit 1 pro teplotní ochranu obsahoval nosnou vrstvu 2 tvořenou polyesterovou netkanou textilií s plošnou hmotností 12 g/m² s povrchy pokovenými vrstvou mědi. Na jedné ploše této nosné vrstvy 2 byla uložena krycí vrstva 3 tvořená hliníkovou fólií s plošnou hmotností 20 g/m², opačná plocha byla volná. Jako materiál s látkovou přeměnou se použil PEG 1500, který se aplikoval v roztaveném stavu při teplotě 80 °C, přičemž zcela zaplnil póry nosné vrstvy 2 a po svém zatuhnutí spojil nosnou vrstvu 2 s krycími vrstvami 3. Celková plošná hmotnost takto
15 vytvořeného kompozitu 1 byla 122 g/m², z čehož bylo 90 g/m², tj. 73,7 %, tvořeno PEG 1500. Takto vytvořený kompozit 1 je soudržný, flexibilní a mechanicky odolný a má výbornou tepelnou vodivost a velmi dobré elektromagnetické stínící vlastnosti. Výsledek měření DSC tohoto kompozitu 1 byl stejný jako v příkladu 3 – absence krycí vrstvy 3 tvořené hydrofobizovanou vrstvou polyamidových vláken měření v podstatě neovlivnila.

20

Příklad 5

25 Kompozit 1 pro teplotní ochranu obsahoval nosnou vrstvu 2 tvořenou polyesterovou netkanou textilií s plošnou hmotností 15 g/m² s povrchy pokovenými vrstvou mědi. Na obou plochách této nosné vrstvy 2 byla uložena krycí vrstva 3 tvořená hydrofobizovanou vrstvou polyamidových nanovláken s plošnou hmotností 3 g/m² a průměrem nanovláken 200 nm. Jako materiál s látkovou přeměnou se použil PEG 1500, který se aplikoval v roztaveném stavu při teplotě 80 °C, přičemž zcela zaplnil póry nosné vrstvy 2 a po svém zatuhnutí spojil nosnou vrstvu 2 s oběma krycími vrstvami 3. Celková plošná hmotnost takto vytvořeného kompozitu 1 byla 81 g/m², z čehož bylo
30 60 g/m², tj. 74 % tvořeno PEG 1500. Takto vytvořený kompozit 1 je soudržný, flexibilní a mechanicky odolný a má výbornou tepelnou vodivost, a přitom je elektricky nevodivý.

35

Na obr. 4 je výsledek měření DSC tohoto kompozitu 1, ze kterého je zřejmé, že kompozit 1 výše popsané konstrukce dokáže při skupenské změně pohlit (resp. vydat) cca 117 J/g.

Příklad 6

40 Kompozit 1 pro teplotní ochranu obsahoval nosnou vrstvu 2 tvořenou vrstvou polyuretanové pěny s plošnou hmotností 108 g/m². Na obou plochách této nosné vrstvy 2 byla uložena krycí vrstva 3 tvořená hydrofobizovanou vrstvou polyamidových nanovláken s plošnou hmotností 2,5 g/m² a průměrem nanovláken 200 nm. Jako materiál s látkovou přeměnou se použil PEG 1450, který se aplikoval v roztaveném stavu při teplotě 80 °C, přičemž zcela zaplnil póry nosné vrstvy 2 a po svém zatuhnutí spojil nosnou vrstvu 2 s oběma krycími vrstvami 3. Celková plošná hmotnost takto
45 vytvořeného kompozitu 1 byla 4176 g/m², z čehož bylo 4063 g/m², tj. 97,3 % tvořeno PEG 1450. Takto vytvořený kompozit 1 je soudržný, flexibilní a mechanicky odolný a má výbornou tepelnou vodivost, a přitom je elektricky nevodivý.

50

Tento kompozit 1 se uložil na termostatovanou desku vyhřátou na teplotou 65 °C a infračerveným bezdotykovým teploměrem se sledovala jeho povrchová teplota. Výsledkem měření je čas, kdy došlo k roztavení PEG 1450 v celém objemu vzorku (i v měřeném povrchu). Dosažení tohoto stavu bylo indikováno jako inflexní bod na křivce závislosti teploty vzorku na čase. Inflex nastává, pokud povrchová teplota vzorku dosáhne 44 °C, což je teplota tání použitého PEG 1450. V tomto případě došlo k inflexu za 1060 sekund.

Stejný experiment se následně opakoval s termostatovanou deskou vyhřátou na teplotu 75 °C. V tomto případě došlo k inflexu za 460 sekund.

Příklad 7

5

U tří vzorků kompozitu 1 pro teplotní ochranu podle příkladu 6 se při jejich přípravě do jejich vnitřní struktury a do struktury PEG 1450 zakomponovaly měděné mikročástice o průměru 35 µm (CuTEC50, dodavatel pkchemie) v množství 313 g/m², 625 g/m², resp. 928 g/m², tj. 7,7 %, 15,4 %, resp. 22,8 % hmotnosti PEG 1450.

10

U takto připravených vzorků se způsoby popsány v příkladu 6 měřil čas dosažení inflexu – viz tabulka 1.

Tabulka 1

15

Vzorek	Množství měděných mikročástic [g/m ²]	Podíl měděných mikročástic vůči PEG 1450 [%]	Inflex při teplotě termostatované desky 65 °C [s]	Inflex při teplotě termostatované desky 75 °C [s]
B	313	7,7	600	460
C	625	15,4	282	290
D	928	22,8	267	190

20

Obě měření prokázala pozitivní účinek přidavku měděných mikročástic – díky jejich přítomnosti došlo k rychlejšímu roztavení PEG 1450 (dosažení inflexu), což při stejném obsahu PEG 1450 v kompozitu 1 znamená, že se tepelná energie v přítomnosti měděných mikročástic absorbovala rychleji – tj. kompozit 1 této konstrukce je schopen pohltit více energie za časovou jednotku a je tedy schopen chránit před vysokou teplotou efektivněji než bez přítomnosti měděných mikročástic.

25

Na obr. 5 jsou znázorněny křivky závislosti teploty vzorku kompozitu 1 na čase s vyznačenými inflexními body pro variantu kompozitu 1 dle příkladu 6, tj. bez měděných mikročástic (křivka A) a pro výše popsané varianty kompozitu 1 s různým obsahem měděných mikročástic (křivky B až D), při použití termostatované vyhřívávané desky vyhřáté na teplotu 65 °C.

30

Na obr. 6 jsou znázorněny křivky závislosti teploty vzorku kompozitu 1 na čase s vyznačenými inflexními body pro variantu kompozitu 1 dle příkladu 6, tj. bez měděných mikročástic (křivka A) a pro výše popsané varianty kompozitu 1 s různým obsahem měděných mikročástic (křivky B až D), při použití termostatované vyhřívávané desky vyhřáté na teplotu 75 °C.

35

Jako optimální dávka měděných mikročástic ve struktuře kompozitu se tak jeví cca 600 g/m², resp. cca 10 až 15 % hmotnost PEG 1450 (tato hodnota se týká použitých mikročástic, v případě menších částic může být hodnota pro dosažení stejného nebo srovnatelného efektu menší). Případná vyšší dávka není na škodu, ale inflexní bod už výrazně neposunuje.

Příklad 8

40

Kompozit 1 pro teplotní ochranu obsahoval nosnou vrstvu 2 tvořenou vrstvou polyuretanové pěny s plošnou hmotností 104 g/m². Na obou plochách této nosné vrstvy 2 byla uložena krycí vrstva 3 tvořená hydrofobizovanou vrstvou polyamidových nanovláken s plošnou hmotností 3 g/m² a průměrem nanovláken 200 nm. Jako materiál s látkovou přeměnou se použil PEG 1450, který se aplikoval v roztaveném stavu při teplotě 80 °C, přičemž zcela zaplnil póry nosné vrstvy 2 a po svém zatuhnutí spojil nosnou vrstvu 2 s oběma krycími vrstvami 3. Celková plošná hmotnost takto vytvořeného kompozitu 1 byla 4910 g/m², z čehož bylo 4800 g/m², tj. 97,8 % tvořeno PEG 1450. Takto vytvořený kompozit 1 je soudržný, flexibilní a mechanicky odolný a má výbornou tepelnou vodivost, a přitom je elektricky nevodivý.

45

Tento kompozit se uložil na termostatovanou desku vyhřátou na teplotou 75 °C a infračerveným bezdotykovým teploměrem se sledovala jeho povrchová teplota. Výsledkem měření je čas, kdy došlo k roztavení PEG 1450 v celém objemu vzoru (i v měřeném povrchu). Dosažení tohoto stavu bylo indikováno jako inflexní bod na křivce závislosti teploty vzorku na čase. Inflex nastává, pokud povrchová teplota vzorku dosáhne 44 °C, což je teplota tání použitého PEG 1450. V tomto případě došlo k inflexu za 535 sekund.

Příklad 9

U čtyř vzorků kompozitu 1 pro teplotní ochranu podle příkladu 8 se při jejich přípravě do jejich vnitřní struktury a do struktury PEG 1450 zakomponovaly uhlíkové mikročástice o velikosti 100 µm (mletá uhlíková vlákna Carbiso™, MF SM45R-100, výrobce ELG Carbon Fibre, Ltd.) v množství 80 g/m², 160 g/m², 240 g/m², resp. 320 g/m², tj. 1,7 %, 3,3 %, 5,0 % resp. 6,7 % hmotnosti PEG 1450.

U takto připravených vzorků se způsoby popsanými v příkladu 6 měřil čas dosažení inflexu – viz tabulka 2.

Tabulka 2

Vzorek	Množství měděných mikročástic [g/m ²]	Podíl měděných mikročástic vůči PEG 1450 [%]	Inflex při teplotě termostatované desky 75 °C [s]
B	80	1,7	522
C	160	3,3	446
D	240	5,0	411
E	320	6,7	316

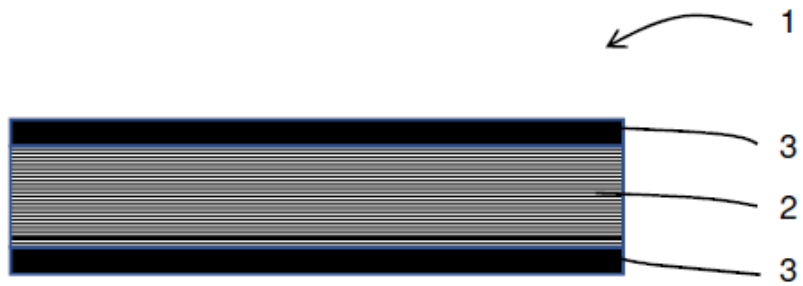
Měření prokázalo pozitivní účinek přidavku uhlíkových mikročástic – díky jejich přítomnosti došlo k rychlejšímu roztavení PEG 1450 (dosažení inflexu), což při stejném obsahu PEG 1450 v kompozitu 1 znamená, že se tepelná energie v přítomnosti uhlíkových mikročástic absorbovala rychleji – tj. kompozit 1 této konstrukce je schopen pohltit více energie za časovou jednotku a je tedy schopen chránit před vysokou teplotou efektivněji než bez přítomnosti uhlíkových mikročástic.

Na obr. 7 jsou znázorněny křivky závislosti teploty vzorku kompozitu 1 na čase s vyznačenými inflexními body pro variantu kompozitu 1 dle příkladu 8, tj. bez uhlíkových mikročástic (křivka A) a pro výše popsané varianty kompozitu 1 s různým obsahem uhlíkových mikročástic (křivky B až E), při použití termostatované vyhřívávané desky vyhřáté na teplotu 75 °C.

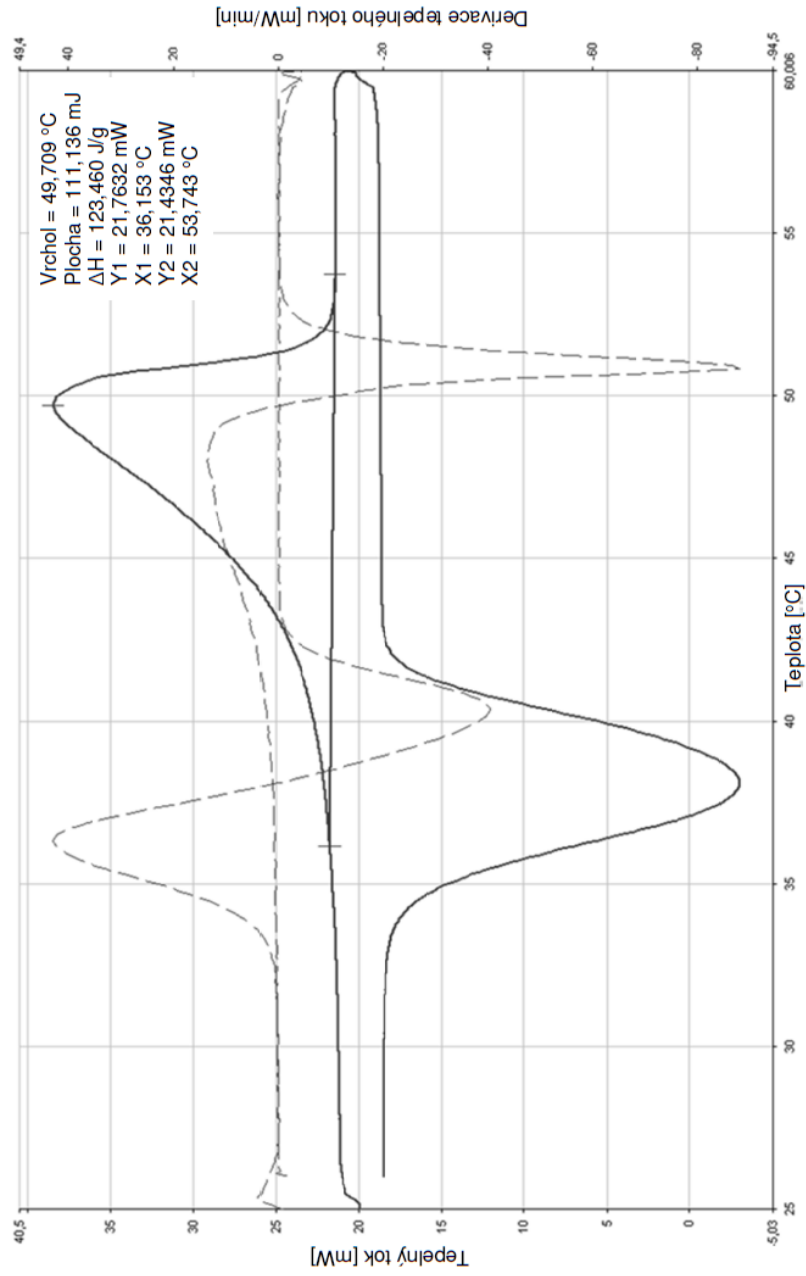
PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Kompozit (1) pro teplotní ochranu, zejména pro chlazení elektronických součástek, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň jednu porézní nosnou vrstvu (2), ve které je uložen alespoň jeden materiál s látkovou přeměnou, přičemž porézní nosná vrstva (2) je alespoň na jednom svém povrchu opatřena krycí vrstvou (3), která je neprůchozí pro materiál/materiály s látkovou přeměnou uložený/uložené v nosné vrstvě (2), přičemž alespoň jedna krycí vrstva (3) je tvořena tepelně vodivým materiálem a je v přímém kontaktu s nosnou vrstvou (2).
- 10 2. Kompozit (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že materiálem s látkovou přeměnou je polyethylenglykol.
- 15 3. Kompozit (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že materiálem s látkovou přeměnou je parafín.
4. Kompozit (1) podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že v alespoň jednom materiálu s látkovou přeměnou v porézní nosné vrstvě (2) jsou uloženy nanočástice a/nebo mikročástice tepelně vodivého materiálu.
- 20 5. Kompozit (1) podle nároku 1 nebo 4, **vyznačující se tím**, že porézní nosná vrstva (2) je tvořena textilií nebo vrstvou pěnového materiálu.
- 25 6. Kompozit (1) podle libovolného z nároků 1, 4 nebo 5, **vyznačující se tím**, že alespoň jedna porézní nosná vrstva (2) je tvořena vrstvou polymerních nanovláken.
7. Kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že porézní nosná vrstva (2) je krycí vrstvou (3) opatřena na obou svých površích.
- 30 8. Kompozit podle nároku 1 nebo 7, **vyznačující se tím**, že alespoň jedna krycí vrstva (3) je tvořena vrstvou elektricky vodivého materiálu.
9. Kompozit (1) podle nároku 1 nebo 7, **vyznačující se tím**, že alespoň jedna krycí vrstva (3) je tvořena vrstvou elektricky nevodivého materiálu.
- 35 10. Kompozit (1) podle libovolného z nároků 1, 4, 5, 6 nebo 7, **vyznačující se tím**, že alespoň jeden povrch porézní nosné vrstvy (2) je alespoň částečně pokovený.
- 40 11. Kompozit (1) podle libovolného z nároků 1, 4, 5, 6, 7 nebo 10, **vyznačující se tím**, že porézní nosná vrstva (2) je nesouvislá.

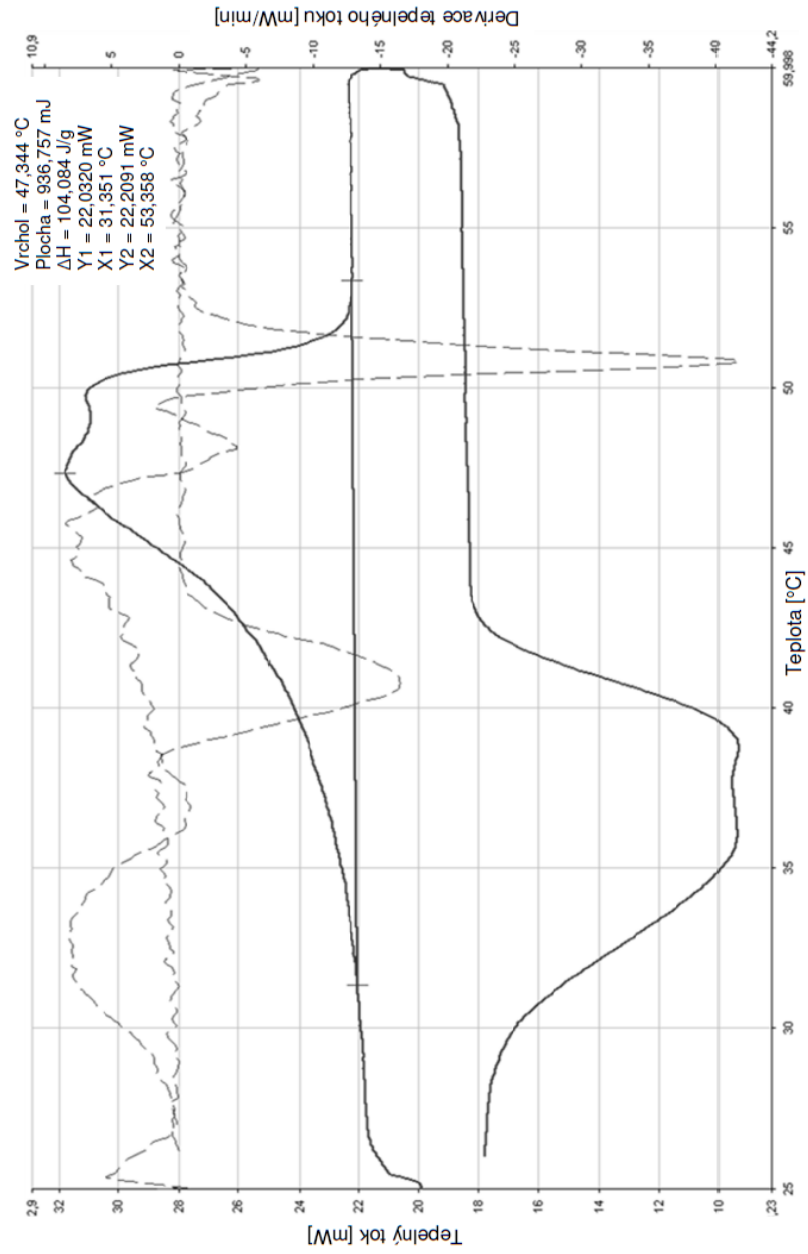
7 výkresů



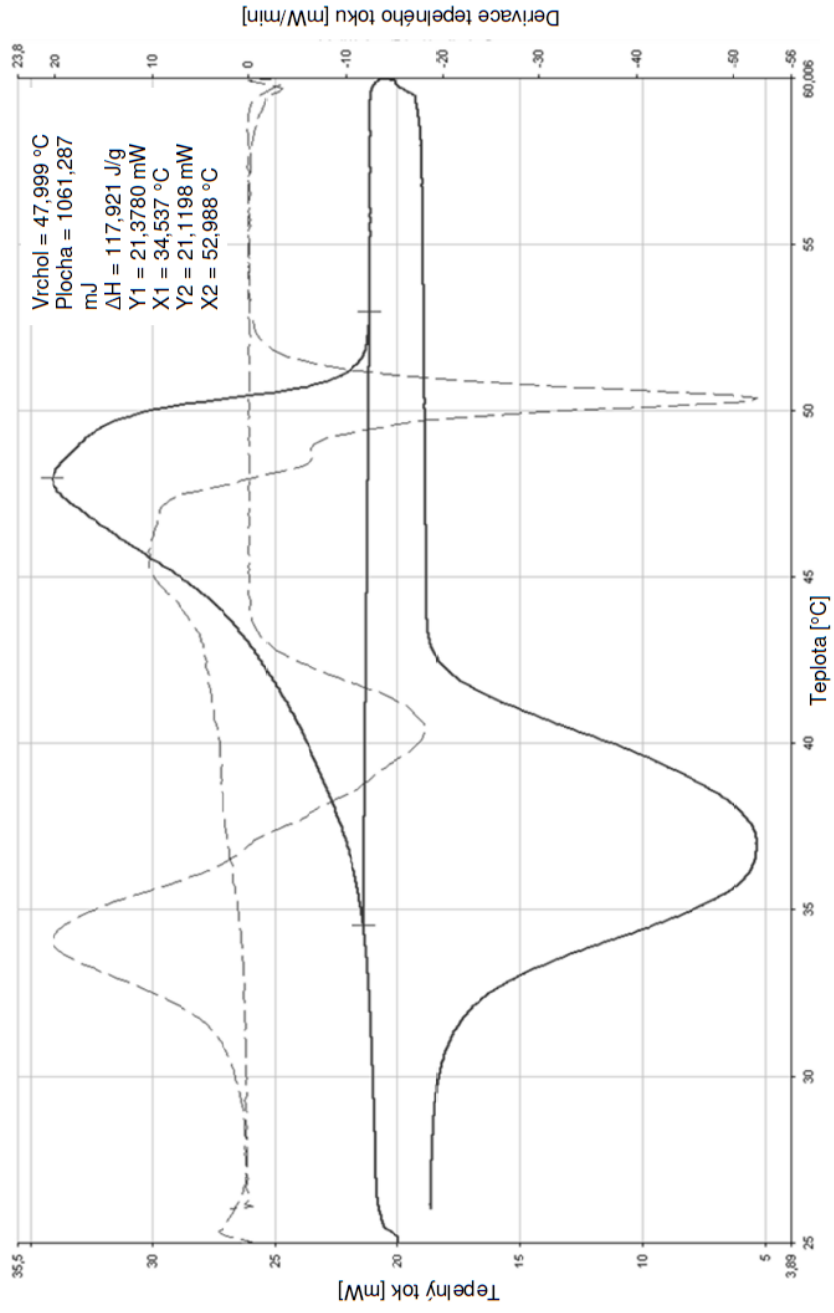
Obr. 1



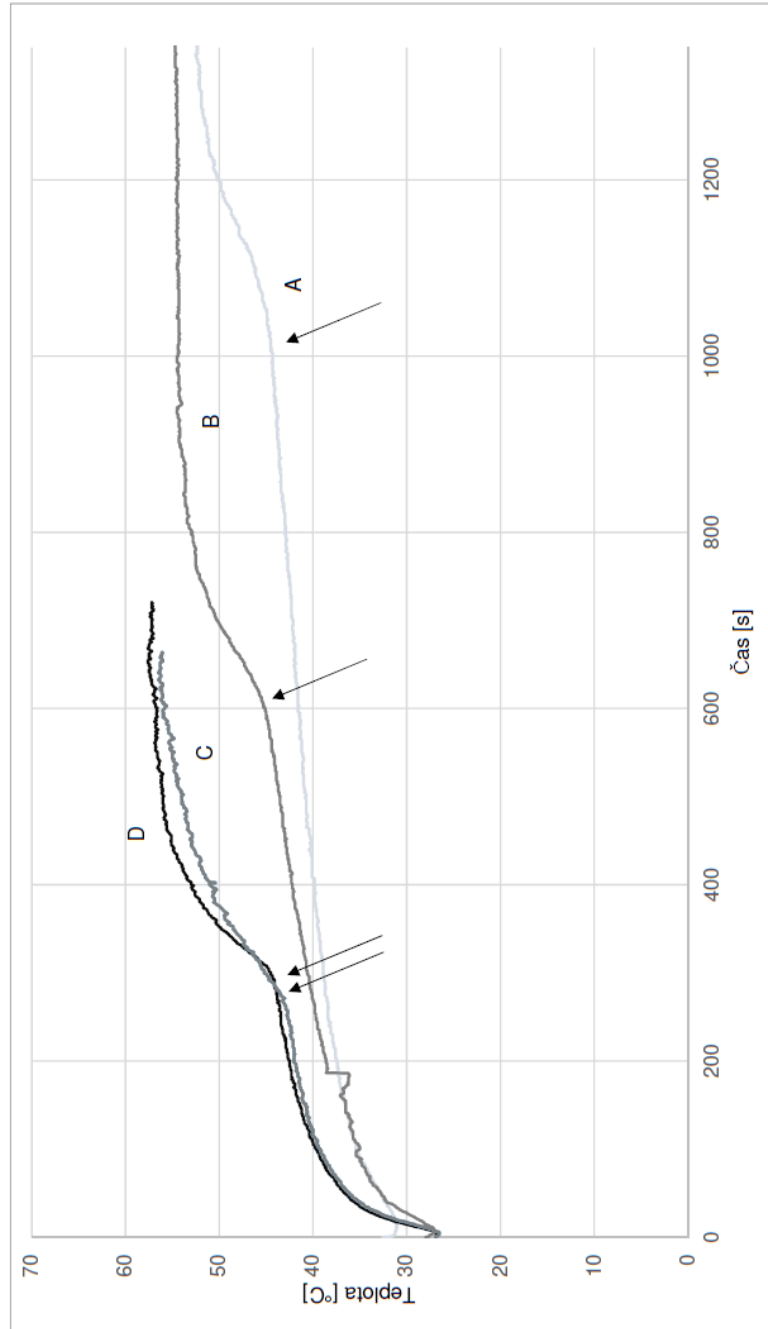
Obr. 2



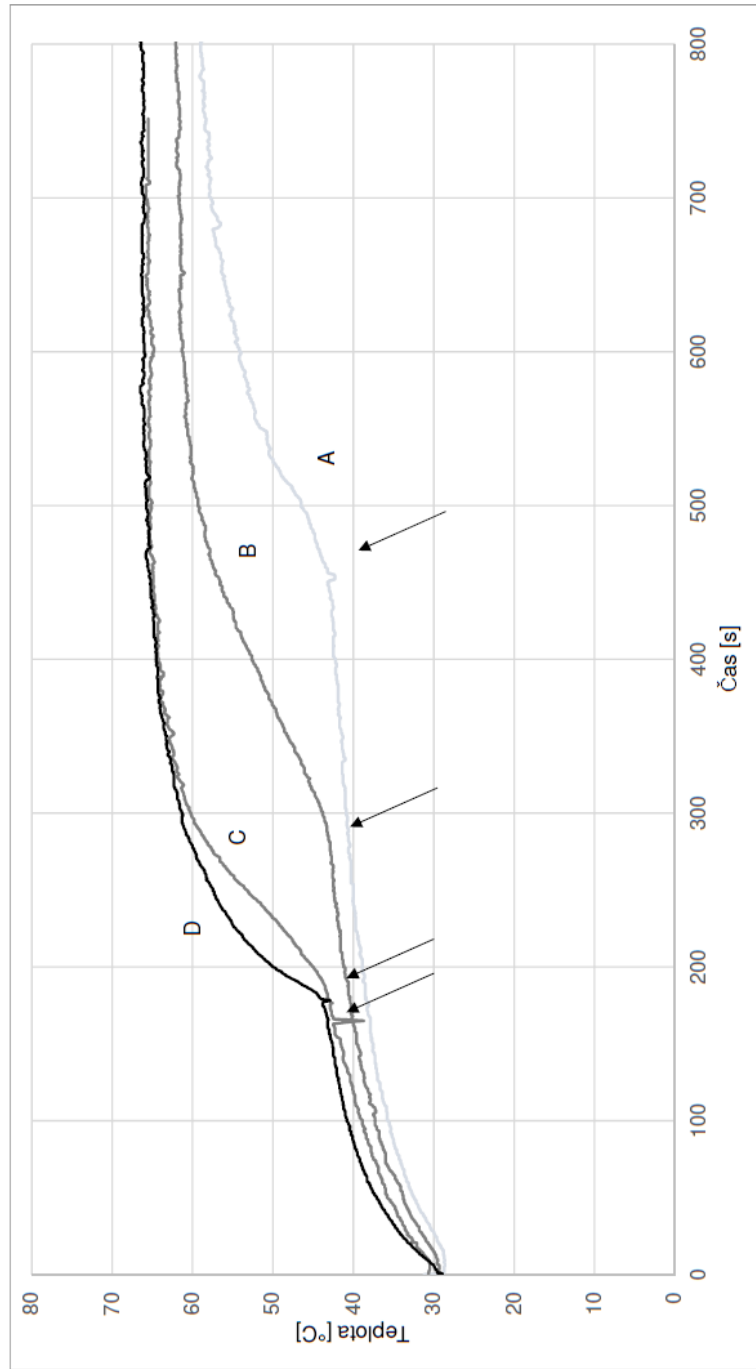
Obr. 3



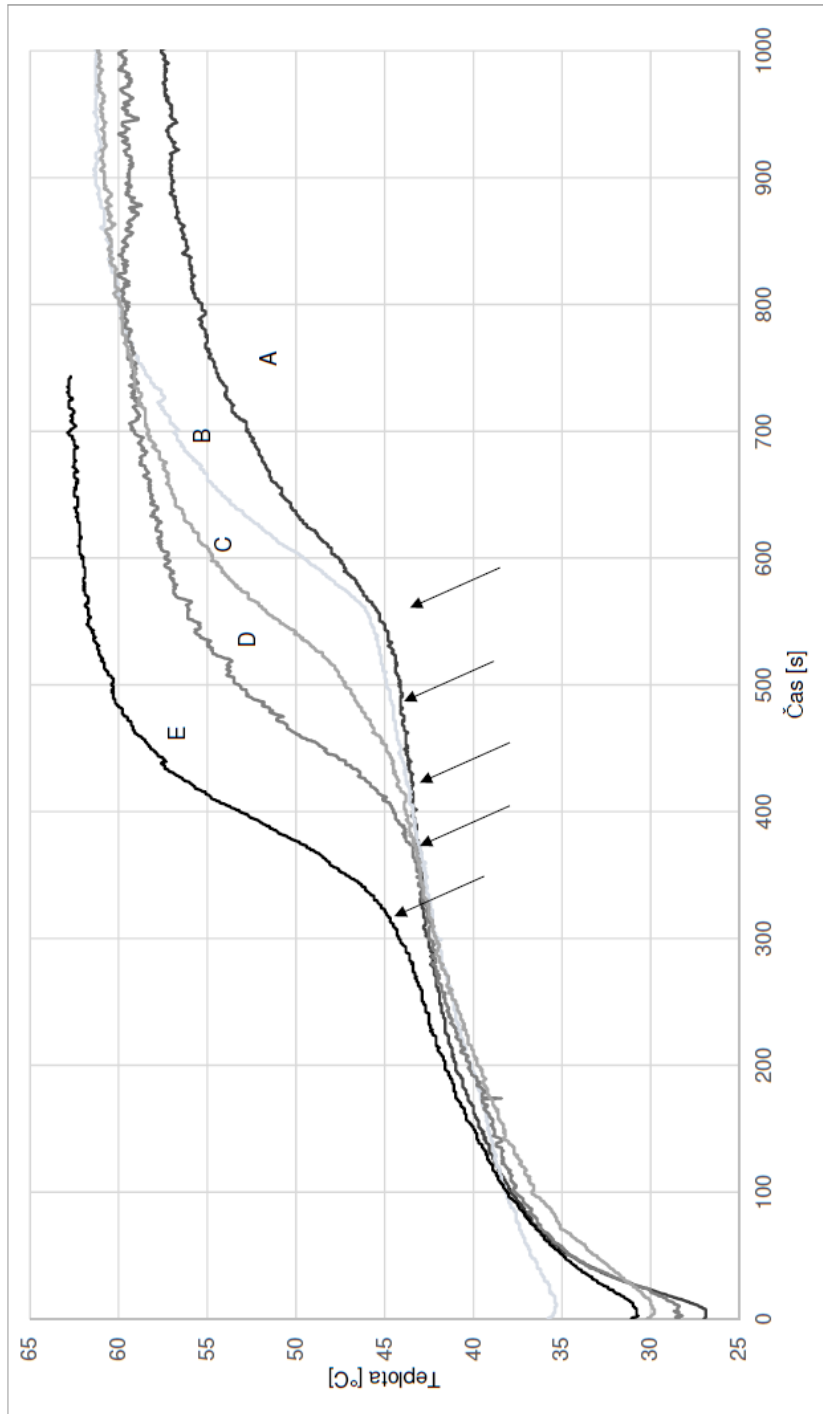
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7