

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

37 074

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C04B 14/04 (2006.01)
C04B 18/08 (2006.01)
C04B 18/14 (2006.01)
C04B 18/16 (2023.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-40531**
(22) Přihlášeno: **29.11.2022**
(47) Zapsáno: **30.05.2023**

(73) Majitel:
Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad
Labem, Ústí nad Labem, Ústí nad Labem-centrum,
CZ
Ústav anorganické chemie AV ČR, v. v. i.,
Husinec, CZ
Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most, CZ
Sev.en Inntech a.s., Most, CZ

(72) Původce:
prof. Ing. Štefan Michna, Ph.D., Děčín, Děčín
XXXII-Boletice nad Labem, CZ
doc. PhDr. Jan Novotný, Ph.D., Huntířov, CZ
Ing. Bc. Anna Knaislová, Praha 4, Háje, CZ
Ing. Martin Jaskevič, Krupka, Bohosudov, CZ
Ing. Zbyněk Černý, CSc., Praha 8, Kobylisy, CZ
Pavčina Rosypal, Bašť, CZ
RNDr. Jiří Plocek, Ph.D., Jindřichův Hradec,
Jindřichův Hradec II, CZ
Ing. Lukáš Anděl, Louny, CZ
Ing. Pavel Schmidt, Litvínov, Chudeřín, CZ
Ing. Zuzana Strolená, Horní Jiřetín, CZ
Ing. Jiří Křen, Polerady, CZ

(74) Zástupce:
Patent-K s.r.o., Husníkova 2086/22, 158 00 Praha
5, Stodůlky

(54) Název užitného vzoru:
Vnější keramická obkladová tvarovka

Vnější keramická obkladová tvarovka

Oblast techniky

5

Užitný vzor se týká vnější keramické obkladové tvarovky s obvyklými rozměry 400 x 200 x 30 mm v definovaném tvaru. Tvarovka je vyrobena z geopolymerních směsí, odpadního energetického popílku, metalurgických odpadů, cementu a vody. Jedná se tedy o nové revoluční složení materiálu a výrobu nového keramického materiálu, přičemž se také jedná o náhradu přírodních materiálových zdrojů za využití odpadů. U tohoto nového materiálu je možné bez problémů provádět povrchovou úpravu glazováním.

10

Dosavadní stav techniky

15

Keramika je směs anorganických nekovových materiálů nebo uhlíkový materiál, který je vyrobený pálením v peci za vysokých teplot. Keramika je ve vodě prakticky nerozpustná a nejméně ze 30 % krystalická. Keramické materiály mají nízkou elektrickou a tepelnou vodivost, vysokou pevnost, velmi nízkou pružnost, vynikající odolnost proti vysokým teplotám, rychlým změnám teploty a korozi, odolnost vůči vlhkosti, zejména při úpravě glazováním, chemickým vlivům a ionizujícímu záření, mají stabilní fyzikální a chemické vlastnosti, značnou smrštitivost při spékání, jsou křehké a porézní, pokud je tato vlastnost nežádoucí, upravuje se povrch přetahem nebo polevou, tedy glazováním. Do této skupiny výrobků rovněž patří zdicí materiály, střešní krytiny, vnější obkladové materiály pro opláštění budov či venkovní keramika, jako jsou květináče, obklady atd.

25

Z hlediska běžného složení keramiky se jedná o směsi s různým poměrem složek: živec, tj. křemičitan hlinitodraselný, křemen, tj. oxidy křemíku a zirkonu, kaolin, tj. aluminiumhydrosilikát, jíl, písek, bentonit a barevné pigmenty, obvykle oxidy kovů pro různé zbarvení. Základem keramické technologie je vhodná surovina. U většiny výrobků jsou suroviny přírodní, které se těží převážně povrchovým způsobem. Většinou to jsou suroviny plastické – jílovité, jako jsou jíly, kaolin, bentonit atd. a zrnité. Jako ostřívo, případně tavivo se používají písky, vápence, živce, křemence či jílovce a mleté střepy z keramických výrobků. Základem přípravy keramických směsí je rozdužení, tj. rozemletí, rozplavení apod. výchozích složek na požadovanou velikost částic a jejich následná co nejdokonalejší homogenizace.

35

Výrobky z keramiky zpravidla vznikají tak, že se při běžné teplotě ze surovinové směsi vytvarují tělesa, která po vysušení a výpalu při teplotách zpravidla nad 800 °C získají své typické materiálové vlastnosti. Ve zvláštních případech se tvarování provádí také při zvýšených teplotách nebo z taveniny s následující řízenou krystalizací. Vlastnosti keramického materiálu jsou závislé na surovinovém i chemickém složení a procesech při jednotlivých technologických operacích. Glazované keramické výrobky, zejména užitková keramika a užitkový porcelán, se mohou zdobit keramickými barvami, případně dalšími způsoby.

45

Podstata technického řešení

Nevýhody stávajících tvarovek jsou do značné míry odstraněny vnější keramickou obkladovou tvarovkou, která je z jedné strany hladká a z druhé strany je opatřena podélnými drážkami o šířce 15 až 30 mm a hloubce 12 až 20 mm, podle tohoto technického řešení. Jeho podstatou je to, že tvarovka je tvořena odlitkem ze směsi obsahující 12 až 15 % hmotn. geopolymerní suspenze, 43 až 45 % hmotn. popílku, 20 až 22 % hmotn. směsi metalurgických odpadů, 5 až 7 % hmotn. sklářského odpadu, 3 až 5 % hmotn. sklených vláken a zbytek voda.

50

Skleněná vlákna mají s výhodou poměr průměru k délce nad 1000. Geopolymerní suspenze ve

55

výhodném provedení obsahuje kyselou základní matici z hlinitokřemičitanu, roztok kyseliny fosforečné, grafit jako aditivum a izopropylalkohol. Popílek může být odpadový produkt při spalování hnědého uhlí.

- 5 Ve výhodném provedení je vnější keramická obkladová tvarovka opatřena povrchovou úpravou glazováním. Vnější keramická obkladová tvarovka má obvykle tvar kvádrů o rozměrech 400 x 200 x 30 mm.

10 Součástí užitého vzoru jsou testy a měření vlastností keramického obkladu, které predikují možnosti jeho použití. Složení výsledného nového materiálu bylo sestaveno na základě systematického výzkumu a provedení testování vlastností s hlavním cílem využití maximálního poměru odpadových a jinak těžko využitelných materiálů, a to především odpadního popílku ze spalování hnědého uhlí.

15 Výhody nové obkladové keramiky:

- dobré izolační vlastnosti, tj. nízká elektrická a tepelná vodivost;
- významně nižší tepelná difuzivita, než je u komerčně nabízené obkladové keramiky, tj. lepší izolační vlastnosti nového materiálu;
- 20 - možnost kvalitního glazování bez vad;
- nízká porozita výsledného materiálu;
- vynikající odolnost proti vysokým teplotám, rychlým změnám teploty a korozi;
- odolnost vůči vlhkosti a chemickým vlivům;
- stabilní fyzikální a chemické vlastnosti; a
- 25 - snížení ekologické zátěže životního prostředí díky využití odpadních materiálů

Objasnění výkresů

30 Příkladná vnější keramická obkladová tvarovka podle tohoto technického řešení bude popsána na konkrétním příkladu provedení s pomocí přiložených výkresů, kde na obr. 1 je příkladná tvarovka v axonometrickém pohledu.

Příklady uskutečnění technického řešení

Příkladná vnější keramická obkladová tvarovka má tvar kvádrů o rozměrech 400 x 200 x 30 mm, je z jedné strany hladká a z druhé strany je opatřena podélnými drážkami o šířce 20 mm a hloubce 15 mm. Tvarovka je vyrobena ze směsi obsahující 12 až 15 % hmotn. geopolymerní suspenze, 43 až 45 % hmotn. popílku jako odpadového produktu při spalování hnědého uhlí., 20 až 22 % hmotn. směsi metalurgických odpadů, 5 až 7 % hmotn. sklářského odpadu, 3 až 5 % hmotn. sklených vláken a zbytek voda, která je tlakově odlita tlakem 3 až 4 MPa na vrchní plochu tvarovky na vibračním stole. Skleněná vlákna mají poměr průměru k délce nad 1000. Geopolymerní suspenze obsahuje kyselou základní matici z hlinitokřemičitanu, roztok kyseliny fosforečné, grafit jako aditivum a izopropylalkohol.

Po vypálení je tvarovka opatřena na přední straně povrchovou úpravou glazováním.

Postup výroby prototypové obkladové tvarovky

50 Všechny složky směsi výše uvedeného složení se promíchají spolu s geopolymerní suspenzí tak, aby došlo k homogennímu promíchání všech složek, dle potřeby se přidává voda. Při odlévání vzorků je nezbytné z důvodu vysoké tixotropicity materiálu dodávat při formování mechanickou energii, a to prostřednictvím vibrační desky, na které je forma umístěna. Připravená forma je vymazána grafitovou pastou a je do ní nalita připravená směs, následně je směs ve formě ponechána vibrovat

55 na vibrační desce, aby došlo k ztuhnutí materiálu tlakem a eliminaci pórů v materiálu. Následně je

případně doplněn chybějící materiál ve formě. Po ztuhnutí po 4 až 5 hodinách je tvarovka z formy vybrána a následuje sušení. Po 24 hodinách sušení je provedeno vypálení tvarovky vzorku v peci při teplotě 1100 °C, při náběhu na danou teplotu a s výdrží 60 minut, a následné zchlazení na teplotu okolí. Při procesu vypalování dochází k velice pozoruhodnému barevnému efektu – tvarovka má po ztuhnutí v důsledku použitého popílku šedé zbarvení, po vypálení v peci však dochází ke změně zbarvení na světle oranžové až hnědé.

Provedené zkoušky a testy

Pro testování materiálu použitého k výrobě prototypového vnějšího keramického obkladu byla použita speciální silikonová forma pro odlévání podélných trámek/cihliček, které byly použity pro různé typy testování vlastností zkoumaného materiálu. Všechny parametry týkající se složení a technologického postupu byly stejné jako při výrobě výsledné prototypové keramické tvarovky.

Stanovení skutečných rozměrů výrobku (ČSN EN 771-1)

Při měření skutečných rozměrů je potřeba předem očistit hrany a případně plochy zkušebních vzorků a zbavit je větších výčnělků. Poté jsou posuvným měřítkem měřeny základní rozměry, tj. délka l , šířka b a tloušťka h , na všech čtyřech plochách, a to vždy na spojnicí středů protilehlých hran. Pro každý rozměr jsou provedena tři měření, z nichž je vypočten aritmetický průměr. Výsledek měření je s přesností na 1 mm, dle Tabulky 1.

Tabulka 1 - stanovení skutečných rozměrů výrobku.

Základní rozměr	Rozměr odlitku [mm]	Rozměr formy [mm]	Smrštění [mm]
l	158	160	1,26
b	40	40	0,00
h	39	40	2,56

Z naměřených hodnot je patrné, že směs podléhá drobnému smršťování, které je patrné především v podélném směru, přibližně o 1,26 %. Výšková odchylka může být způsobena slehnutím po formování směsi a vibrací.

Stanovení pevnosti zatvrdlých směsí (dle ČSN EN 1015-11)

Stanovení pevnosti zatvrdlých směsí za ohybu

Princip: pevnost malty v tahu za ohybu se stanovuje tříbodovým zatěžováním do porušení zkušebních trámečků ze zatvrdlé směsi.

Příprava zkušebních trámečků: Připraví se zkušební tělesa do trojformy, tj. 3 zkušební tělesa o rozměrech 40 x 40 x 160 mm.

Pevnost v tahu za ohybu R_f v N/mm^2 se vypočítá ze vztahu: $R_f = \frac{3}{2} \times \frac{F \times l}{b \times h^2}$.

Pro každé zkušební těleso se uvede výsledek s přesností 0,05 N/mm^2 . Průměrná hodnota se vypočítá s přesností na 0,1 N/mm^2 .

Tabulka 2 - výsledky průměrných hodnot ohybové zkoušky.

Průměrná hodnota [N]	Fmax	Pevnost [N/mm ²]	Rf
506,5		1,0	

Stanovení pevnosti zatvrdlých směsí v tlaku

- 5 Princip: pevnost směsí v tlaku se zkouší na dvou částech trámečku po zkoušce pevnosti v tahu za ohybu.

Pevnost v tlaku σ_p v [MPa] vypočítáme podle vzorce: $\sigma_p = \frac{F}{S}$, kde F je nejvyšší zatížení při porušení celého vzorku (v N) a S je tlačná plocha vypočtena ze změřených rozměrů původního vzorku v mm².

Pro každé zkušební těleso se uvede výsledek s přesností 0,05 N/mm². Průměrná hodnota se vypočítá s přesností na 0,1 N/mm².

- 15 Tabulka 3 - výsledky průměrných hodnot tlakové zkoušky.

Průměrná hodnota [N]	Fmax	Průřez [mm ²]	Pevnost v tlaku σ_p [MPa]
8442,7		1510	5,6

Stanovení hustoty materiálu

- 20 Vzorek byl sušen při 60 °C po dobu 2 hodin. Tento proces byl opakován celkem třikrát, až do ustálení hmotnosti vzorků. Následně byl stanoven objem vzorku a jeho hustota podle vztahu:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Výsledek průměrné hodnoty hustoty keramického materiálu je 1,17 g/cm³.

- 25 Stanovení pórovitosti pomocí skenování na Olympus LEXT

30 Ze snímků pořízených na mikroskopu Olympus LEXT byla pomocí programu ImageJ zjištěna kadence pórů a jejich průměry. Z těchto hodnot byla zjištěna plocha, kterou póry na měřené ploše zastupují v mm² a v %. Celková plošná porozita u našeho keramického materiálu je 7,62 %, což představuje dobré zhutnění materiálu.

Tabulka 4 - výsledky hodnot pórovitosti keramického materiálu.

Vzorek	Celková měřená plocha [mm ²]	Kadence pórů [počet]	Celková plocha pórů [mm ²]	Zastoupení [%]
N	138,77	52	10,58	7,62

Stanovení mrazuvzdornosti dle ČSN 72 2452

5

Mrazuvzdornost malty se zkouší střídavým zmrazováním a rozmrazováním zkušebních těles nasycených vodou, a to buď na požadovaný počet zmrazovacích cyklů, nebo na stanovení stupně mrazuvzdornosti, přičemž se zjišťuje míra jejich poškození. Při zkoušce mrazuvzdornosti se provádí:

- 10
- Stanovení vizuální změny a změny hmotnosti ztvrdlé malty
 - Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlé malty
 - Stanovení pevnosti ztvrdlé malty v tahu za ohybu
 - Stanovení součinitele mrazuvzdornosti ztvrdlé malty

15 Příprava zkušebních těles

Mrazuvzdornost se zkouší na vzorcích 40 x 40 x 160 mm. Pro zkoušku se připraví potřebný počet sad zkušebních těles, přičemž jedna sada pro daný počet zmrazovacích cyklů sestává z celkem 6 vzorků - 3 referenční a 3 na cyklování.

20 Zkušební postup

U zkušebních těles se před zmrazováním zjistí jejich rozměry, hmotnost a vypočítá jejich objemová hmotnost. Zkušební tělesa se nasycují vodou po dobu 24 hodin ponořením do vodní lázně teploty +20 °C (± 3 °C) tak, aby voda byla nad povrchem těles nejméně 3 cm. Ihned po nasycení vodou se zmrazují. Zmrazování a rozmrazování zkušebních těles se děje ve zmrazovacích cyklech. Jeden zmrazovací cyklus sestává nejméně ze 4 hodin zmrazování při teplotě -20 °C (± 3 °C) a nejméně 2 hodin rozmrazování.

Zmrazovací cykly byly stanoveny následovně:

- 30
- 4 hodiny zmrazování, 3 hodiny rozmrazování;
 - 4 hodiny zmrazování, 3 hodiny rozmrazování;
 - 4 hodiny zmrazování, 3 hodiny rozmrazování;
 - 18 hodin zmrazování, úplné rozmrazení.

35 Zkušební tělesa se po ukončení určitého počtu zmrazovacích cyklů změří, zváží a zjistí se jejich objemová hmotnost. Pak se sada trámečků určených pro danou zmrazovací etapu zkouší zkouškou na tlak. Zkoušky musí být provedeny do 30 minut po vytažení tělesa z vody. Během zmrazování se tělesa pozorují a zaznamená se každá vzniklá porucha.

Zkouška mrazuvzdornosti se ukončí, když dle zadaného postupu došlo k cyklickému zmrazení vzorků.

40

Po vyjmutí vzorků z mrazničky došlo k jejich kontrole a zhodnocení viditelného poškození, přičemž žádné poškození nebylo zaznamenáno. Lze tedy říci, že zkušební tělíska nebyla mrazem porušena.

45 Bylo provedeno i porovnání rozměrů před zmrazením a po něm, přičemž zaznamenány byly odchylky v rozměrech méně než 0,3 mm.

Dle popsaného postupu byla po rozmrazení provedena zkouška v tlaku.

- V porovnání s hodnotami tlakové zkoušky provedené před zkouškou mrazuvzdornosti vyplývá, že mechanické vlastnosti materiálu se působením mrazu nemění. Z průběhu tlakové zkoušky lze konstatovat, že naopak působením mrazu se materiál homogenizoval a při tlakové zkoušce tak nedojde k náhlému porušení vzorku.

Tabulka 5 - výsledky průměrných hodnot tlakové zkoušky.

Průměrná hodnota F_{max} [N]	Průřez [mm ²]	Pevnost v tlaku σ_p [MPa]
7967,5	1555	5,12

- 10 Stanovení tepelné vodivosti vysušeného materiálu

Tepelná vodivost byla měřena na přístroji Laser Flash analyzátor LFA1000 od firmy Linseis.

- Byly měřeny hodnoty tepelné difuzivity, které jsou v absolutním pojetí hodnot mnohem vhodnější, neboť mají vyšší vypovídající hodnotu. Z tohoto důvodu byla změřena i hodnota tepelné difuzivity i u běžně používaného keramického obkladového materiálu pro obklady budovy, aby bylo možné porovnání výsledných hodnot. Tepelná difuzivita byla měřena v předem stanoveném rozsahu teplot, při kterých by mohl být materiál tepelně zatěžován při běžném využití, až do maximální hodnoty 100 °C.

- 20 Z hodnot uvedených v Tabulce 6 je zřejmé, že nově vytvořený materiál s popílkovým plnivem (N) má významně nižší tepelnou difuzivitu, než komerčně nabízená obkladová keramika.

Tabulka 6 - výsledky průměrných hodnot tepelné difuzivity.

Označení	Průměrná hodnota tepelné difuzivity [cm ² /s]
N (nová keramika)	0,00179
Keramika používaná	0,00260

- 25 Zkoušky vlivu prostředí v klimatické komoře dle ČSN EN 60068-2-30

Pro testy v klimatické komoře byl nastaven dvanáctidenní testovací cyklus. Každý cyklus obsahuje:

- 30
- 3 hodiny náběh na 55 °C při relativní vlhkosti $w = 98 \%$,
 - 9 hodin výdrž při $w = 93 \%$,
 - 3 hodiny pokles na 25 °C při $w = 98 \%$,
 - 9 hodin výdrž na 25 °C při $w = 98 \%$.

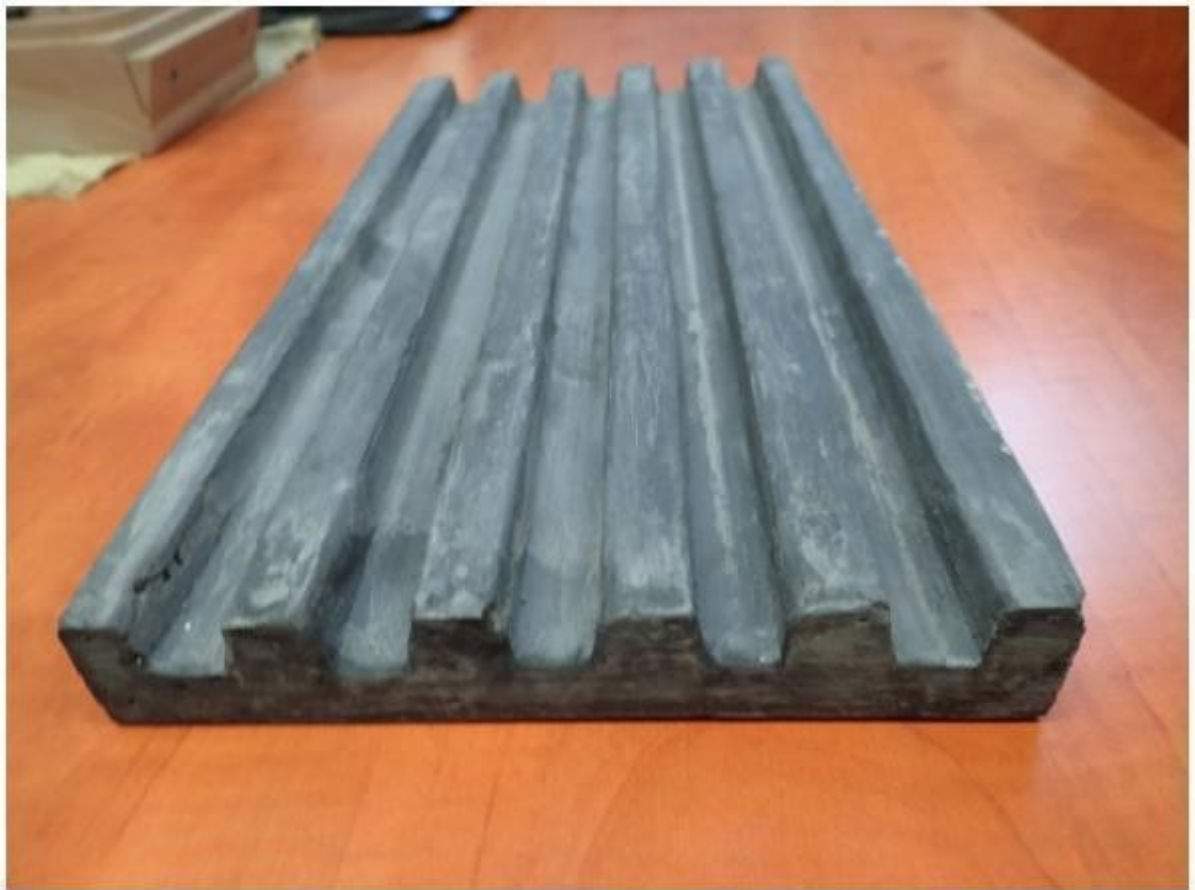
- 35 Výše popsaný denní zatěžovací cyklus byl opakován tedy celkem 12krát.

Průmyslová využitelnost

5 Vnější keramická obkladová tvarovka podle tohoto technického řešení nalezne uplatnění především v oblasti stavebnictví, přičemž je možné bez problémů provádět povrchovou úpravu glazováním.

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Vnější keramická obkladová tvarovka, která je z jedné strany hladká a z druhé strany opatřená podélnými drážkami o šířce 15 až 30 mm a hloubce 12 až 20 mm, **vyznačující se tím**, že je tvořena odlitkem ze směsi obsahující 12 až 15 % hmotn. geopolymerní suspenze, 43 až 45 % hmotn. popílku, 20 až 22 % hmotn. směsi metalurgických odpadů, 5 až 7 % hmotn. sklářského odpadu, 3 až 5 % hmotn. sklených vláken a zbytek voda.
2. Vnější keramická obkladová tvarovka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že skleněná vlákna mají poměr průměru k délce nad 1000.
- 10 3. Vnější keramická obkladová tvarovka podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že geopolymerní suspenze obsahuje kyselou základní matici z hlinitokřemičitanu, roztok kyseliny fosforečné, grafit jako aditivum a izopropylalkohol.
4. Vnější keramická obkladová tvarovka podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že popílek je odpadový produkt při spalování hnědého uhlí.
- 15 5. Vnější keramická obkladová tvarovka podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že je opatřena povrchovou úpravou glazováním.
6. Vnější keramická obkladová tvarovka podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že má tvar kvádrů o rozměrech 400 x 200 x 30 mm.



Obr. 1