

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

37 042

(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: **2023-40711**
(22) Přihlášeno: **31.01.2023**
(47) Zapsáno: **16.05.2023**

(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, Ph.D., Praha 4, Háje, CZ
Ing. Martin Jaskevič, Krupka, Bohosudov, CZ
Ing. Zbyněk Černý, CSc., Praha 8, Kobylisy, CZ
Pavlína 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
Ing. Vendula Poslední, Hrob, CZ

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

(54) Název užitného vzoru:
**Protihluková tvarovka v podobě segmentu
protihlukové stěny**

Protihluková tvarovka v podobě segmentu protihlukové stěny

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká výroby vnější tvarovky s obvyklými rozměry 180 x 180 x 60 mm v definovaném tvaru. Tvarovka je vyrobena z geopolymerních směsí, odpadního energetického popílku, metalurgických odpadů, 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. Tvarovka a její tvar je cíleně navržena tak, aby sloužila jako účinná protihluková bariéra. Tento nový materiál, z něhož je tvarovka vyrobena, je možné bez problémů využít bezprostředně po zaschnutí a zatvrdnutí, podobně jako betonové směsi, nebo lze systém vypálit, čímž vznikne materiál na bázi keramiky. Na něm lze provádět povrchovou úpravu glazováním.

15

Dosavadní stav techniky

Protihluková stěna je forma zdi a zvukové izolace, která je, většinou poblíž obcí, stavěna okolo hlučných silnic, dálnic a železnic, aby snižovala škodlivé účinky dopravního hluku. Při výstavbě těchto zdí by měl být kladen důraz na co nejšetrnější začlenění do okolní krajiny. Od komunikace stojí v bezpečné vzdálenosti, která je závislá na odolnosti proti nárazu vozidel a deformační hloubce materiálu. Existují stěny vyrobené z různých materiálů, jako beton, plast, hliník, sklo - v průhledových úsecích mohou být stěny z transparentního plastu, apod. Kromě stěn se k odhlučnění mohou používat i zemní valy, které se pro zvýšení účinnosti osazují vegetací, která rovněž brání erozi.

Z hlediska akustických parametrů protihlukových stěn a jejich neprůzvučnosti jsou betonové panely zařazeny do kategorie vysoce neprůzvučných bariér a z hlediska pohltivosti jsou panely zařazeny do kategorie "vysoce pohltivé bariéry". Hodnota zvukové absorpce je dána různou tloušťkou a tvarem povrchu absorpční vrstvy. Jejich nevýhodou je zejména vyšší hmotnost a horší estetický vzhled.

Základní požadavky na protihlukové stěny, respektive materiály, ze kterých jsou vyrobeny jsou vysoká akustická účinnost, snadná montáž díky důmyslnému konstrukčnímu řešení, minimální požadavky na údržbu, dlouhá životnost a široká variabilita architektonického řešení.

Hliníkové protihlukové stěny se používají zejména kvůli nízké hmotnosti na místech, kde statika nedovoluje použití betonových protihlukových bariér. Hliníkové panely se vyznačují vysokými hodnotami zvukové pohltivosti. Výhodou je také dlouhá životnost, až 30 let, a snadná recyklace. Jsou tvořeny panely ze dvou hliníkových plechů s profilováním trapézového tvaru, tloušťky 1 mm resp. 1,25 mm. Tyto plechy tvoří čelní i zadní stěnu panelu. Povrchová úprava plechů může být hladká nebo s kladívkovou texturou, tzv. stucco. Čelní stěna absorpčních panelů je opatřena perforovanými otvory s průměrem 8 mm v odstupech po 12 mm na cca 32 % povrchu. U oboustranně pohltivých panelů je perforací opatřena čelní i zadní stěna. Odrazivé panely jsou zcela bez perforací. Vzhledem k materiálu, z něhož jsou vyráběny veškeré prvky hliníkových panelů, není nutný žádný dodatečný protikoroziční nátěr. Hliníkové panely mohou být vyráběny v libovolných odstínech dle RAL, NCS atd. včetně možnosti provedení permanentní antigrafiti úpravy. Novinkou v sortimentu jsou panely s nestandardním povrchovým nátěrem - dekory dřeva, kamene, nerez, mědi atd. Nevýhodou těchto panelů je nižší životnost, potřeba údržby a vyšší cena hliníku.

Transparentní protihlukové stěny jsou ideální jako průhledná výplň akustických panelů na mostech a estakádách. Využívají se také v okolí křižovatek pro zlepšení viditelnosti, nebo všude tam, kde je nežádoucí zastínění. Výhodné jsou také pro svou nízkou hmotnost. Jedná se o akrylové panely a panely z kaleného skla. Dále existují vytlačované, tj. extrudované, nevyztužené akrylové desky

s vysokou transparentností. Jsou ideální jako průhledná výplň akustických panelů. Výrobci nabízí několik barevných odstínů. Nevýhodou těchto panelů je možnost poškození, nutnost častějšího čištění, nebezpečí pro ptáky, u větších ploch, nutnost použití rámu atd.

- 5 Plastové protihlukové stěny se využívají pro realizace, u nichž ze statického hlediska není možné použít pro ochranu před okolním hlukem betonové stěny. Lze je využít jako zvukově absorpční plastové panely, nebo panely odrazivé. Výhody plastových absorpčních panelů jsou nízká hmotnost panelů, jednoduchá montáž bez nutnosti jeřábové techniky, probarvení ve hmotě bez nutnosti dalších nátěrů s možností kombinace různých odstínů, možnost antigrffiti nástřiků, vysoká odolnost a stálost materiálu, vysoká akustická pohltivost, snadné výměny poškozených panelů po nehodách, výroba z jinak těžko využitelného recyklátu a plná recyklovatelnost PVC panelů.

- 15 Plastový protihlukový panel tvoří kazeta lisovaná z raženého recyklovaného polyvinylchloridu. Čelní strana panelu je opatřena perforacemi. Do kazety se vkládá vrstva minerální vaty plnící funkci zvukového absorbéru. Panely jsou zakončeny systémovým těsněním, které je přizpůsobeno k různým druhům sloupků. Nevýhodou těchto panelů je nižší životnost, možnost poškození, nároky na údržbu apod.

20

Podstata technického řešení

- 25 Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny protihlukovou tvarovkou v podobě segmentu protihlukové stěny, která je z jedné strany hladká a z druhé strany je opatřena reliéfem, podle tohoto technického řešení. Jeho podstatou je to, že tvarovka je vyrobena ze směsi obsahující 8 až 11 % hmotn. geopolymerní suspenze, 50 až 53 %, hmotn. popílku, 20 až 22 % hmotn. směsi metalurgických odpadů, 10 až 15 % hmotn. sklářského odpadu a zbytek voda, a reliéf je tvořen množstvím prohlubní ve tvaru komolých jehlanů s výškou 16 až 24 mm umístěných vedle s mezerami 6 až 8 mm u paty komolých jehlanů.

30

Protihluková tvarovka má s výhodou rozměry 180 x 180 x 60 mm a komolé jehlany jsou uspořádány ve třech řadách a třech sloupcích.

- 35 Geopolymerní suspenze ve výhodném provedení sestává z kyselé základní matrice hlinitokřemičitanu, roztoku kyseliny fosforečné, grafitu jako aditiva a izopropylalkoholu. Popílek je s výhodou odpadový produkt při spalování hnědého uhlí. Po vypálení je možné tvarovku patřit povrchovou úpravu glazováním.

- 40 Protihluková tvarovka je s výhodou tlakově odlita tlakem 3 až 4 MPa na vrchní plochu tvarovky na vibračním stole.

- 45 Technické řešení se týká výroby tvarovky – segmentu protihlukové stěny k vnějšímu použití o obvyklých rozměrech 180 x 180 x 60 mm. Tvarovka je z jedné strany hladká a z druhé strany je reliéf tvarovaný speciálně za účelem eliminace akustického hluku. Profilová strana tvarovky je tvořena sérií komolých jehlanů kladených vedle sebe v řadách, obvykle 3 x 3, s mezerami u paty jehlanů. Tvarovka je vyrobena z geopolymerních směsí, odpadního energetického popílku, metalurgických odpadů, a vody. Tvarovka je vyrobena tlakovým litím do formy připravené metodou 3D tisku, přičemž lepší zabíhavost emulze do formy je podpořena pomocí vibračního stolu, tj. tlakové a vibrační lití, čímž je dosaženo zhuštění materiálu a snížení porozity. Jedná se ve své podstatě o nové revoluční složení materiálu a výrobu nového materiálu, který může za určitých okolností plně nahradit betonové směsi, nebo, po vypálení hotové tvarovky, keramické materiály. Rovněž ho lze chápat jako náhradu přírodních materiálových zdrojů za využití odpadů. U tohoto nového materiálu je možné bez omezení provádět po vypálení povrchovou úpravu glazováním.

50

Součástí užitného vzoru jsou testy a měření vlastností keramického materiálu, 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.

Výhody tvarovky, jako nového materiálu jsou dobré izolační vlastnosti a nízká elektrická a tepelná vodivost. Další výhodou je možnost kvalitního glazování bez vad a nízká porézita výsledného materiálu. Tvarovka má vynikající odolnost proti vysokým teplotám, rychlým změnám teploty a korozi, s odolností vůči vlhkosti a chemickým vlivům, při zachování stabilních fyzikálních a chemických vlastností. Podstatnou výhodou je snížení ekologické zátěže životního prostředí díky využití a likvidace odpadů.

Výhody využití nových tvarovek, jako stavebního prvku protihlukových stěn spočívají zejména ve vysoké akustické účinnosti, snadné montáži díky důmyslnému konstrukčnímu řešení s minimálními požadavky na údržbu. Tvarovky mají dlouhou životnost a širokou variabilitu architektonického řešení, přičemž není nutný žádný dodatečný nátěr a panely mohou být vyráběny v libovolných odstínech. Dalšími výhodami jsou jednoduchá stavebnicová montáž, vysoká odolnost a stálost materiálu a výroba z jinak těžko využitelného odpadového materiálu.

Objasnění výkresů

Protihluková tvarovka podle tohoto technického řešení bude podrobněji popsána na konkrétních příkladech s pomocí přiložených výkresů, kde na:

obr. 1 je v nárysu tvarovka po vysušení;

obr. 2 je profilová strana tvarovky;

obr. 3 je v nárysu tvarovka po vypálení; a

obr. 4 je v nárysu tvarovka po aplikaci glazury.

Příklady uskutečnění technického řešení

Příkladná protihluková tvarovka je v podobě segmentu protihlukové stěny. Z jedné strany je hladká a z druhé strany je opatřena reliéfem. Tvarovka je vyrobena ze směsi obsahující 8 až 11 % hmotn. geopolymerní suspenze, 50 až 53 % hmotn. popílku, 20 až 22 % hmotn. směsi metalurgických odpadů, 10 až 15 % hmotn. sklářského odpadu a zbytek voda. Reliéf je tvořen množstvím prohlubní ve tvaru komolých jehlanů s výškou 20 mm umístěných vedle s mezerami 7 mm u paty komolých jehlanů. Protihluková tvarovka má rozměry 180 x 180 x 60 mm a komolé jehlany jsou uspořádány ve třech řadách a třech sloupcích.

Geopolymerní suspenze sestává z kyselé základní matrice hlinitokřemičitanu, roztoku kyseliny fosforečné, grafitu jako aditiva a izopropylalkoholu. Popílek je odpadový produkt při spalování hnědého uhlí.

Protihluková tvarovka je po vypálení opatřena povrchovou úpravou glazováním.

Protihluková tvarovka je tlakově odlita tlakem 3 až 4 MPa na vrchní plochu tvarovky na vibračním stole.

Postup výroby polymerní formy pro tlakové lití segmentu

Forma pro tlakové lití na vibračním stole byla speciálně navržena pro toto využití. Je nutné respektovat specifický tvar čelní stěny tvarovky a zároveň umožnit tlakové lití při umístění formy na vibrační desce. Za tímto účelem byl tvar formy navržen na základě akustických výpočtů a zároveň bylo nutno respektovat specifické požadavky na pevnost a funkčnost formy, která má funkci lisovacího pístu při dodržení mechanických vlastností konstrukce formy. Byla zvolena kombinovaná forma, kdy čelní deska formy je vyrobena metodou 3D tisku na přesně požadovaný tvar. Spodní část formy je vytištěna pomocí aditivní technologie metodou FDM (Fused deposition modeling) na vhodné tiskárně z materiálu PLA. Zároveň funkční části formy, což jsou vrchní píst a boky formy, po kterých se píst pohybuje, byly vyřezány laserem z PMMA (polymethylmethakrylát) desek tloušťky 10 mm. Boky formy jsou sešroubovány pomocí osmi imbusových šroubů M4, ostatní části formy jsou uloženy gravitačně.

Postup výroby prototypové tvarovky - segmentu protihlukové stěny. Všechny složky směsi výše uvedeného složení se promíchají spolu s geopolymerní suspenzí tak, aby došlo k homogennímu promísení všech složek, dle potřeby se přidá voda až do získání požadované konzistence, dle využití. Při odlévání vzorků je nezbytné z důvodu vysoké tixotropnosti materiálu dodávat při formování mechanickou energii, a to prostřednictvím vibrační desky, na které je forma umístěna. Zároveň pomocí tlakového mechanismu založeném na principu momentu síly - závaží na páce, je směs ve formě horním pístem stlačována.

Na stěny polymerní formy vyrobené technologií 3D tisku je aplikovaný separátor. Poté je do takto připravené formy nalito odměřené množství dobře rozmíchané emulze. Forma je umístěna na vibrační desce, která dodává potřebnou kinetickou energii pro odrušení tixotropnosti emulze. Zároveň je soustava forma – vibrační deska umístěna pod pákovým lisem. Lisováním se dosáhne technologie tlakového lití. Tato technologie zaručuje kvalitní povrch obrobku, dobrou homogenitu materiálu a velmi dobré mechanické a fyzikální vlastnosti výsledného segmentu protihlukové stěny.

Po ztuhnutí, po 4 až 5 hodinách, je segment, tedy tvarovka, z formy vybrán a následuje sušení. Po 24 hodinách sušení na volném vzduchu při pokojové teplotě je výrobek hotový a typově je srovnatelný s betonovými odlitky.

Dalším bodem výrobního postupu může být vypálení tvarového segmentu v peci při teplotě 1100 °C, při náběhu na danou teplotu a s vydrží 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. Po vypálení lze tvarový segment bez problémů povrchově upravit glazurou.

40

Provedené zkoušky a testy

Pro testování materiálu použitého k výrobě prototypového vnějšího keramického obkladu bylo postupováno dle normalizovaných testů pro keramiku a stavební hmoty. Vzhledem k originalitě a novosti materiálu bylo třeba jednotlivé testy modifikovat.

45

Stanovení skutečných rozměrů výrobku bylo provedeno dle 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 - 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.

50

Tabulka 1 - Stanovení skutečných rozměrů

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

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

10 Stanovení pevnosti zatvrdlých směsí dle ČSN EN 1015-11 se provádí za ohybu. Princip spočívá v tom, že pevnost malty v tahu za ohybu se stanovuje tříbodovým zatěžováním do porušení zkušebních trámeček ze zatvrdlé směsi. Trámečky se připraví v trojformě – tři 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:

$$R_f = 3/2 \times (F \times l) / (b \times h^2).$$

15 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 F_{max} [N]	Pevnost R_f [N/mm^2]
506,5	1,0

25 Stanovení pevnosti zatvrdlých směsí v tlaku. Pevnost směsí v tlaku se zkouší na dvou částech trámů po zkoušce pevnosti v tahu za ohybu. Pevnost v tlaku σ_p v [MPa] se vypočítá podle vzorce: $\sigma_p = F/S$, kde F je nejvyšší zatížení při porušení celého vzorku (v N) a S je tlačná plocha vypočtená ze změřených rozměrů původního vzorku (v mm^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 .

30 Tabulka 3 - Výsledky průměrných hodnot tlakové zkoušky

Průměrná hodnota F_{max} [N]	Průřez [mm^2]	Pevnost v tlaku σ_p [MPa]
8442,7	1510	5,6

35 Stanovení hustoty materiálu. 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: $\rho = m/V$. Výsledek průměrné hodnoty hustoty keramického materiálu je 1,17 g/cm^3 .

40 Stanovení mrazuvzdornosti dle ČSN 72 2452. 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 stanovení vizuální změny a změny hmotnosti ztvrdlé malty, stanovení objemové hmotnosti ztvrdlé malty, stanovení pevnosti ztvrdlé malty v tahu za ohybu a stanovení součinitele mrazuvzdornosti ztvrdlé malty. Mrazuvzdornost se zkouší na vzorcích 40 x 40 x 160 mm. Pro zkoušku se připraví potřebný počet sad zkušebních těles, 5 přičemž jedna sada pro daný počet zmrazovacích cyklů sestává z celkem 6 vzorků - 3 referenční a 3 na cyklování). 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 10 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:

- 15 • 4 hodiny zmrazování, 3 hodiny rozmrazování;
 - 4 hodiny zmrazování, 3 hodiny rozmrazování;
 - 4 hodiny zmrazování, 3 hodiny rozmrazování;
 - 18 hodin zmrazování, úplné rozmrazení.
- 20 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, Po vyjmutí vzorků z mrazničky 25 došlo k jejich kontrole a zhodnocení viditelného poškození, přičemž žádné poškození nebylo zaznamenáno. Lze tedy říci, že zkušební tělíska nebyla mrazem porušena. Bylo provedeno i porovnání rozměrů před zmrazením a po něm, přičemž zaznamenány byly odchylky v rozměrech méně než 0,3 mm.
- 30 Dle popsaného postupu byla po rozmrazení provedena zkouška v tlaku.

Tabulka 4 - Výsledky průměrných hodnot tlakové zkoušky

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

- 35 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.
- 40 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:
- 3 hodiny náběh na 55 °C při relativní vlhkosti $w = 98 \%$,
 - 9 hodin výdrž při $w = 93 \%$,
 - 45 • 3 hodiny pokles na 25 °C při $w = 98 \%$,
 - 9 hodin výdrž na 25 °C při $w = 98 \%$.

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

Zkoušky činitele zvukové pohltivosti dle ČSN ISO 10534-2. Testy byly provedeny v akustické trubici při přesně daných podmínkách. Segment tvarovky byl testován jak z čelní – reliéfní strany, tak i ze zadní – hladké strany. Z obou měření je patrné, že materiál i navržený reliéf tvarového segmentu účinně funguje jako zvuková bariéra. Z hodnot čelní, reliéfní strany i zadní, hladké strany lze usuzovat na vhodnost kombinace při sestavování protihlukových stěn. Nabízí se možnost klást segmentové tvarovky v rastrovém schématu, kdy část jich může být kladena hladkou stranou dopředu.

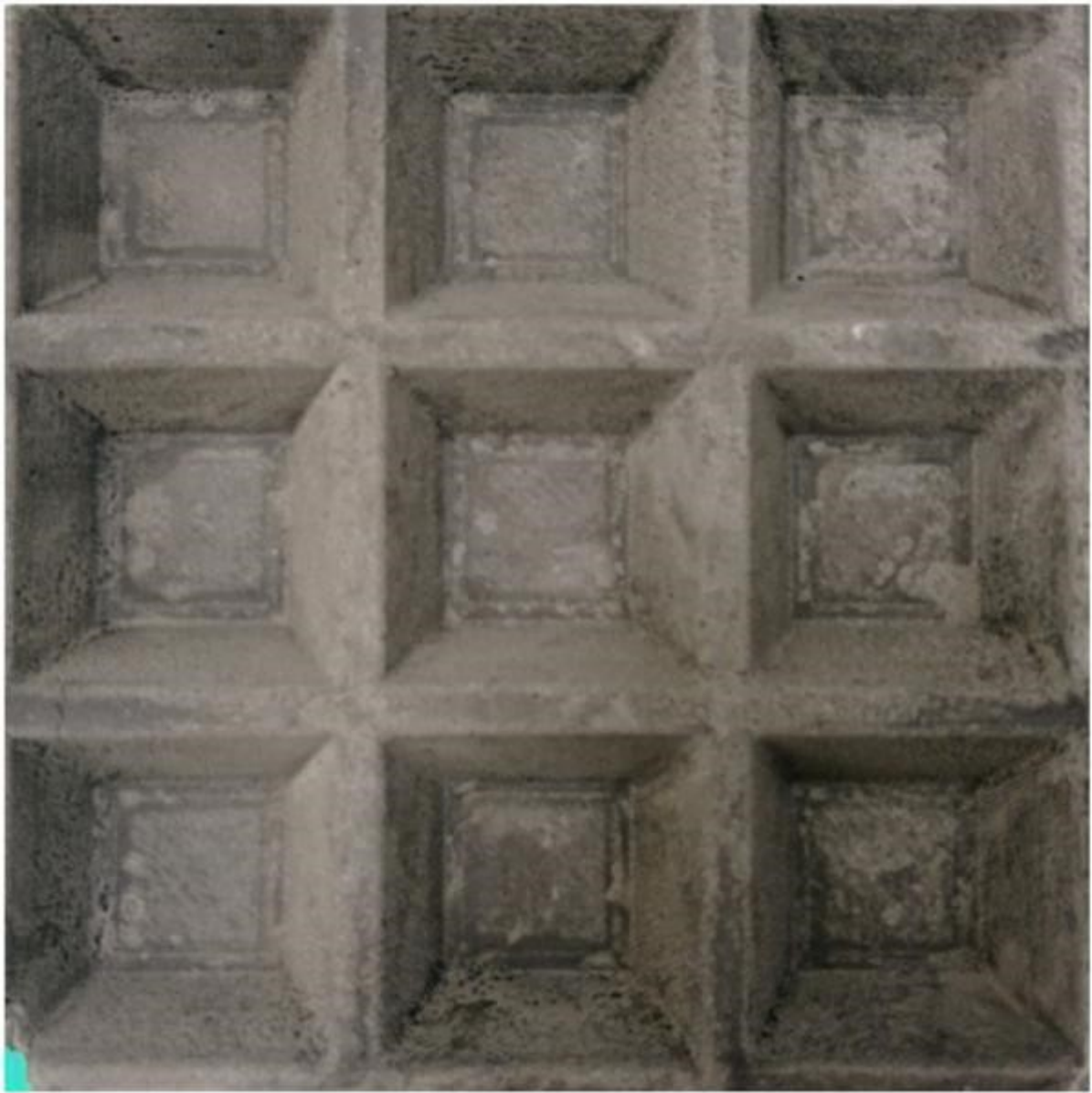
10 Průmyslová využitelnost

Vnější tvarovka podle tohoto technického řešení nalezne uplatnění jako součást účinné protihlukové bariéry. Tvarovku lze využít bezprostředně po zaschnutí a zatvrdnutí, podobně jako betonové směsi, nebo ji lze vypálit, čímž vznikne materiál na bázi keramiky. Na něm lze provádět povrchovou úpravu glazováním. Protihlukové bariéry naleznou uplatnění v zástavbě, ale i ve volném prostranství okolo dopravních staveb.

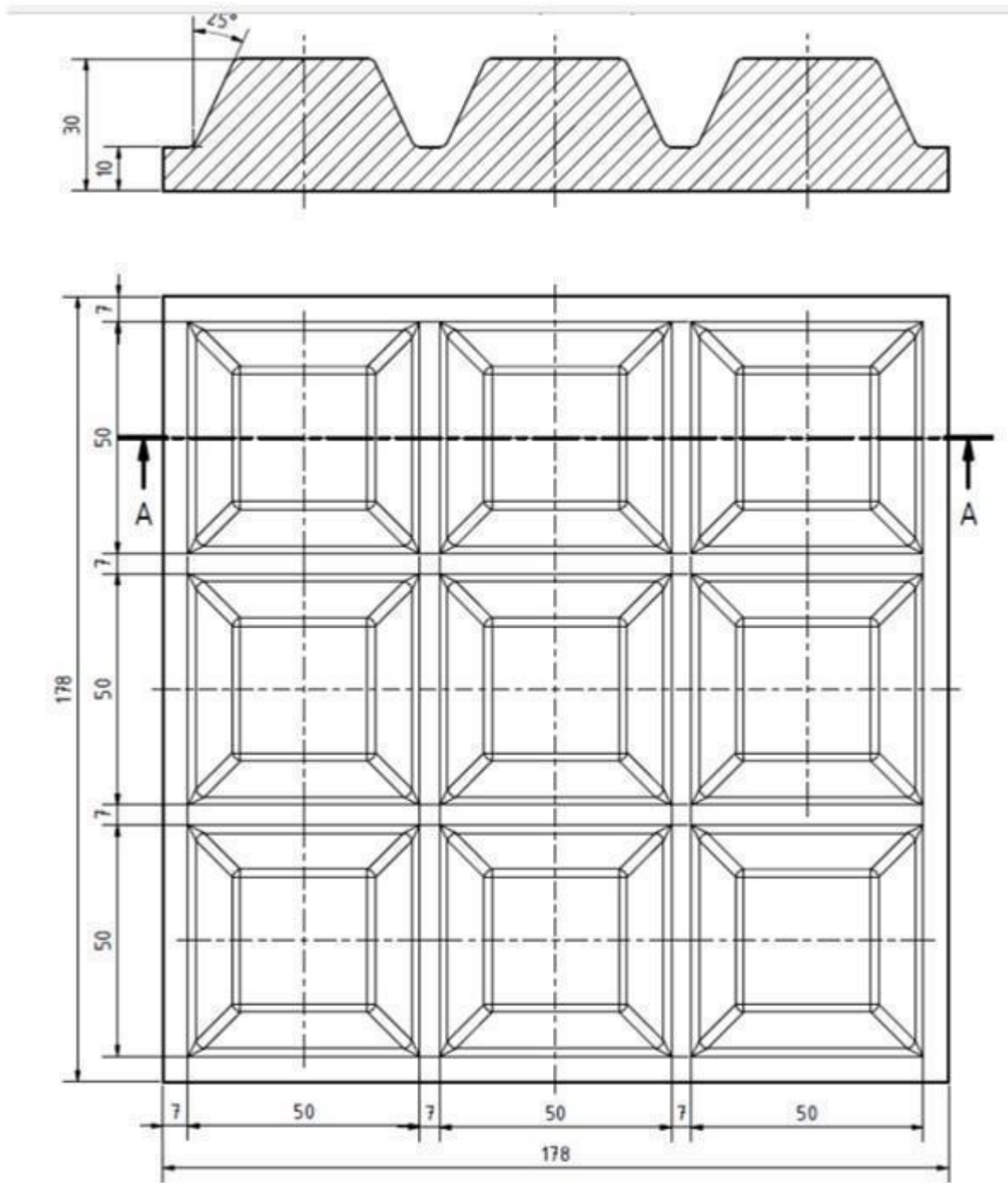
NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Protihluková tvarovka v podobě segmentu protihlukové stěny, která je z jedné strany hladká a z druhé strany je opatřena reliéfem, **vyznačující se tím**, že obsahuje 8 až 11 % hmotn. geopolymerní suspenze, 50 až 53 % hmotn. popílku, 20 až 22 % hmotn. směsi metalurgických odpadů, 10 až 15 % hmotn. sklářského odpadu a zbytek voda, a reliéf je tvořen množstvím prohlubní ve tvaru komolých jehlanů s výškou 16 až 24 mm umístěných vedle s mezerami 6 až 8 mm u paty komolých jehlanů.
2. Protihluková tvarovka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že má rozměry 180 x 180 x 60 mm a komolé jehlany jsou uspořádány ve třech řadách a třech sloupcích.
- 10 3. Protihluková tvarovka podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že geopolymerní suspenze sestává z kyselé základní matrice hlinitokřemičitanu, roztoku kyseliny fosforečné, grafitu jako aditiva a izopropylalkoholu.
4. Protihluková tvarovka podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že popílek je odpadový produkt při spalování hnědého uhlí.
- 15 5. Protihluková tvarovka podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že je na povrchu opatřena glazurou.

4 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4