

PENOVÝ HLINÍK – ZÁKLAD PRE VÝROBU PROTIHLUKOVÝCH STIEN

Lenka SELECKÁ – Zdenka DŽOGANOVÁ

ALUMINIUM FOAM - BASE FOR GENERATING NOISE BARRIERS

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá výrobou penového hliníka a možnosťami jeho využitia v praxi. Je to materiál, ktorý má v súčasnosti široké uplatnenie. Je teda vhodný aj pre výrobu protihlukových stien. Tento materiál má veľké množstvo výhod a tým je zaujímavý nielen z environmentálneho ale aj z ekonomického hľadiska.

KLúčové slová: penový hliník, výroba penového hliníka

Abstract

The paper deals with the production of aluminum foam and the possibilities of its use in practice. It is a material, which is now widely used. It is therefore also suitable for the production of noise barriers. This material has a large number of advantages and it is interesting not only environmentally but also economically.

Keywords: aluminum foam, production of aluminum foam

Úvod

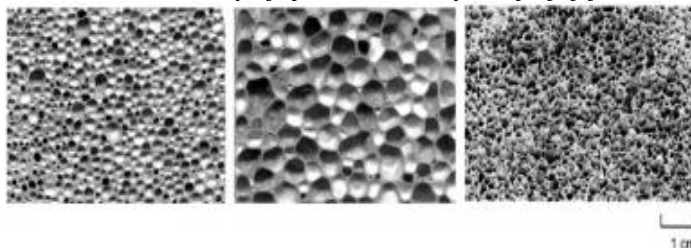
Bunkové telesá alebo materiály sú relatívne novým typom materiálov, ktoré si pre svoje špecifické vlastnosti, dané prevažne ich štruktúrou, našli široké uplatnenie v priemysle.

Majú malú hmotnosť, nízku tepelnú a elektrickú vodivosť, malú tlakovú tuhosť a dobré absorpčné vlastnosti.

Výrobky z kovových pien dovoľujú využívať doposiaľ málo známe princípy, ktoré pri zavedení do výroby umožňujú vhodnejšie rozmiestniť materiál v celom objeme súčiastky. Tak je možné zväčšiť prierez a tým aj moment zotrvačnosti bez zväčšenia hmotnosti súčiastky. Medzi kovovými penami nachádza najväčšie uplatnenie penový hliník a jeho zliatiny. [4]

Penový hliník je špeciálnym spôsobom pripravený vysokoporézny materiál na báze hliníka alebo jeho zliatin. Kombinujú sa v ňom typické vlastnosti bunkových materiálov s vlastnosťami kovov. Póry tvoria viac ako dve tretiny celkového objemu, čím sa dosahuje hustota nižšia ako 1 g.cm^{-3} . Pre svoju pórovitú štruktúru sa vyznačuje: vysokou mernou tuhosťou, nízkou tepelnou a elektrickou vodivosťou, vysokou pohltivosťou zvuku a schopnosťou absorbovať veľké množstvo deformačnej energie pri nízkych napätiach. Tieto vlastnosti spolu s odolnosťou voči zvýšeným teplotám, nehorľavosťou, recyklovateľnosťou, a zdravotnou nezávadnosťou robia penový hliník – Obr. 1 zaujímavým pre použitie, najmä v stavebníctve a pri konštrukciách dopravných zariadení. [1]

Od roku 1994 sa začali vyvíjať technológie na výrobu penového hliníka z práškoveho polotovaru. Veľkou výhodou je možnosť využívať rovnaký polotovar pre rôzne tvary a veľkosti penových súčiastok. Táto výhoda znižuje nielen výrobné náklady ale aj odstraňuje základnú nevýhodu práškovo-metalurgického spôsobu výroby kovových pien. Povrch penových súčiastok tvorí kompaktná kovová vrstva, ktorá zvyšuje pevnosť súčiastky a zlepšuje jej vzhľad. [1]



Obr. 1 Štruktúra a veľkosť pórov rôznych typov hliníkových pien [2]

Využitie penového hliníka je možné najmä v oblastiach ako sú napríklad:

- samonosné ľahké panely pre dopravné a stavebné konštrukcie,
- jadrá pre sendvičové štruktúry alebo priamo sendviče s izotropnými vlastnosťami,
- nehorľavý konštrukčný a obkladový materiál v hoteloch, obchodných domoch a iných verejných priestoroch s tepelne a zvukovoizolačným účinkom, ktorý nezaťažuje významne životné prostredie,
- alternatíva k drevu kvôli nehorľavosti, rozmerovej stabilite, odolnosti voči parazitom a plesniam, ľahkej recyklovateľnosti,
- ľahké súčasti strojov s vysokou tuhosťou a dobrými tlmiacimi vlastnosťami,
- trvalé jadrá odliatkov,
- vystužovanie dutých profilov v najviac namáhaných prierezoch,
- deformačné časti automobilov na ochranu pasažierov pred nárazom,
- bezpečnostné deformačné zóny pre zdvíhacie a manipulačné systémy,
- odhlučňovací, zvukovo-pohltivý materiál pre sťažené podmienky (vysoká teplota, vlhkosť, prach, prúdiace plyny, vibrácie, sterilnosť a pod.),
- recyklovateľné tepelné štíty a nehorľavé izolácie,
- plaváky pre zvýšené teploty a tlaky kvapalín. [2]

Výroba penového hliníka

Penový hliník sa v súčasnej dobe vyrába najmä dvoma základnými spôsobmi:

- priamym speňovaním taveniny hliníkovej zliatiny,
- speňovaním polotovaru pripraveného technológiami práškovej metalurgie.

V oboch prípadoch je nevyhnutné stabilizovať steny vznikajúcich pórov, aby nezanikli vplyvom vytekania taveniny spomedzi povrchov steny póru. Najčastejšie sa využíva prídavok nerozpustných keramických častíc (SiC , Al_2O_3) veľkosti cca 20 μm , ktoré sa pri speňovaní prednostne ukladajú na povrchu steny póru a stabilizujú ju podobným spôsobom ako je stabilizovaná tehlová klenba.

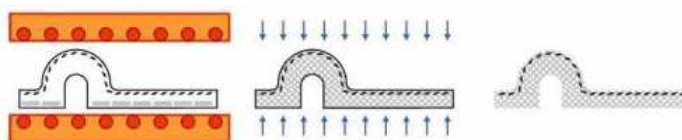
Panely, profily a 3-rozmerné súčiastky komplexných tvarov sa z penového hliníka vyrábajú práškovo-metalurgickým postupom:

Zo zmesi prášku hliníkovej zliatiny a speňovadla (0,4 – 1% TiH_2) sa izostatickým lisovaním za studena a následným priamym pretláčaním za tepla vyrobí speniteľný polotovar v tvare profilov. Pri jeho roztavení sa v ňom v dôsledku tepelného rozkladu speňovadla uvoľňuje vodík, ktorý vytvára v hliníkovej tavenine póry.

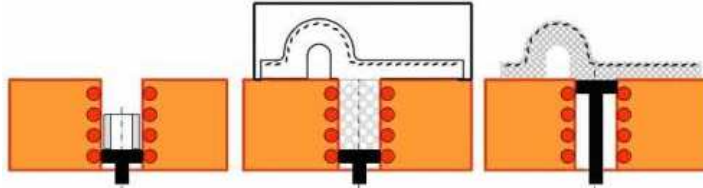
Po stuhnutí tekutej peny vznikne súčiastka z penového hliníka so súvislou povrchovou vrstvou a pórovitou vnútornou štruktúrou. [3]

Principiálne sa takto penový hliník vyrába dvomi spôsobmi, tak ako to popisujú Obr. 2 a Obr. 3.

- vypeňovanie vo forme
- nízkotlaké liatie tekutej peny.



Obr. 2 Vypeňovanie vo forme [2]



Obr. 3 Nízkotlaké liatie tekutej peny [2]

Povrch súčiastok z penového hliníka sa môže vystužiť rôznymi mriežkami, sieťkami alebo napr. nerezovým ťahokovom, čo umožní, že ťahové napätia sa v súčiastke prenášajú výstuhou a zvyšná časť súčiastky je namáhaná na tlak. Tento spôsob umožňuje výrobu veľmi ľahkých a tuhých konštrukčných súčiastok – Obr. .



a.)



b.)

Obr. 4 Vypeňovacie zariadenie [1]

Legenda: a.) vypeňovacie zariadenie vo forme

b.) vypeňovacie zariadenie pri nízkotlakom liatí tekutej peny



Obr. 5 Profil z penového hliníka vystužený ťahokovom [1]

Na výrobu komplexných tvarových súčiastok z penového hliníka je predurčená technológia založená na speňovaní polotovaru. Na Obr. 4 sa nachádzajú jednotlivé vypeňovacie zariadenia. Zmes prášku hliníkovej zliatiny je spojená s vhodným speňovadlom, ktorým je najčastejšie TiH_2 alebo ZrH_2 . Pri speňovaní sa polotovar vo forme zohrieva nad teplotu tavenia použitej hliníkovej zliatiny, pričom sa speňovadlo rozloží a uvoľnené plyny vytvoria v roztavenej zliatine pórovitú štruktúru. Táto štruktúra zaplní formu, čím vznikne hotová súčiastka jednoduchého alebo komplexného tvaru. Pre zabezpečenie stability peny nie je potrebné nič pridávať, pretože tavenina je stabilizovaná jemnými fragmentmi oxidov, ktoré pochádzajú z povrchu použitého prášku hliníka alebo jeho zliatiny. Tieto disperzoidy sú veľmi malé a nezhoršujú mechanické vlastnosti a ani obrobiteľnosť peny. Pre ich vznik nie je potrebná žiadna prísada a nachádzajú sa na prášku z každej použiteľnej hliníkovej zliatiny. V tomto prípade nedochádza k problémom s malou flexibilitou v legovaní a tiež aj s recykláciou. [1]

Hliníkové peny sa vyrábajú vytváraním plynových bublín v tavenine hliníka alebo jeho zliatin a následným stuhnutím naplynenej taveniny. V praxi existujú 3 metódy, ako docieľiť naplynenie taveniny hliníka alebo jeho zliatin, resp. vznik pórov:

- vzniká v dôsledku roztavenia pridaného tuhého polotovaru, ktoré obsahuje speňovadlo,
- vzniká v dôsledku vháňania plynu do taveniny z externého zdroja plynu,
- vzniká v dôsledku tepelného rozkladu primiešaného speňovadla do taveniny.[3]

Pri použití taveniny hliníka s malou viskozitou má vzniknutá pena väčšie a guľatejšie póry vytlačené vplyvom pôsobiacej vztlakovej sily smerom k povrchu. Pri výrobe penového hliníka je snaha o vytvorenie malých pórov.

V súčasnosti existuje nespočetné množstvo spoločností, ktoré sa zaoberajú výrobou hliníkových pien. V Európe je známa firma LKR, ktorá vyrába penový hliník s označením METCOMB. Tento materiál je vyrábaný naplyňovaním taveniny z externého zdroja. Hliníková pena je súčasťou vyrábaných odľahčených konštrukčných dielov. [5]

Výhodou penového hliníka je hlavne:

- presne definované veľkosti pórov,
- homogénna štruktúra pórov,
- konzistentná kvalita,
- vynikajúca absorpcia energie pri konštantnom zaťažení,
- vynikajúca tuhosť k hmotnostnému pomeru,
- výborná tlmiaca schopnosť,
- izotropné vlastnosti absorbujú energiu nárazu bez ohľadu na smer nárazu,
- šetrnosť k životnému prostrediu (100% recyklovateľný),
- ľahkosť,
- jednoduchý výrobný proces. [3]

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] Penový hliník [online]. [cit 2014-02-10]. Dostupné na internete: https://www.sav.sk/index.php?lang=sk&charset=&doc=activity-offers-results-home&work_total_no=98
- [2] Princíp výroby penového hliníka [online]. [cit 2014-02-10]. Dostupné na internete: http://www.materialing.com/princip_al_pena
- [3] Penový hliník [online]. [cit 2014-02-10]. Dostupné na internete: <http://cekomat.sav.sk/index.php?ID=73>
- [4] BADIDA, M. – LUMNITZER, E. – BARTKO, L.: Možnosti znižovania dopravného hluku. 1. vyd. Košice: Elfa, 2011. 274 s. ISBN 978-80-8086-181-0
- [5] ZAJAC, J.: Akustické vlastnosti stavebných konštrukcií a materiálov. STU Bratislava. 2004. 179 s. ISBN 8022721271

ADRESY AUTOROV

Ing. Lenka SELECKÁ, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 042 00 Košice

Ing. Zdenka DŽOGANOVÁ, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 042 00 Košice, tel.: +421 55 602 2927, e-mail: zdenka.dzoganova@tuke.sk

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.