

Enviromentálny vplyv úletov zo spracovania magnezitu na stavebné konštrukcie

Eva Terpáková¹

The environmental influence of flue dust from the magnesite processing on the building construction

The environment has a negative influence on the building materials and the whole construction, too. Chemical reactions of part constructions with aggressive pollutants is a beginning of a the corrosion process. The contribution deals with the influence of flue dust from the magnesite processing on the building construction in the Košice district.

Key words: flue dust, chemical composition, corrosive process, building construction, durability

Úvod

Na životnosť stavebných konštrukcií a objektov vplyva množstvo faktorov: prírodné podmienky, atmosférické vplyvy, doba a spôsob využívania stavebnej konštrukcie, ale aj celý rad negatívnych faktorov, ktoré vyplývajú z environmentálnej záťaže v dôsledku priemyselnej činnosti, dopravy a podobne. V posledných rokoch sa preto pri diagnostickom posúdení stavieb dostáva do popredia aj štúdium environmentálneho vplyvu na materiál a jednotlivé časti stavebných konštrukcií. Ide najmä o určenie miery poškodenia materiálov a častí konštrukcií v dôsledku zvyčajne dlhodobého pôsobenia vytypovaných chemických činiteľov vo všetkých skupenských stavoch. V rámci rozsiahleho diagnostického posúdenia stavu panelových domov na území Košíc bol sledovaný vplyv environmentálnej záťaže z priemyselnej činnosti na ich súčasnú kvalitu. Bolo posudzované sa aj pôsobenie tuhých úletov z technológií spracovania magnezitu. Z rôznych častí mesta boli odvítaním získané skúšobné vzorky vo forme jadrových vývrtov a tieto boli podrobené analýzám.

Charakteristika a spracovanie skúšaných materiálov

Diagnostický prieskum sa týkal bytových domov s typovým označením T06-B (troskopemzobetón), T08-B (pórobetón) a G-57, ktorých obvodové plášte boli vyrobené z pórobetónu, troskopemzobetónu, či tzv. lávobetónu. Niektoré obytné domy boli realizované tak, že štítové steny neboli dvojité, t.j. ako nosná betónová stena a zatepľovací plášť, ale nosná stena bola zároveň aj tepelnoizolačná. Uvedené typy bytových domov boli vo veľkom rozsahu stavané od 60-tych rokov minulého storočia a k diagnostickému prieskumu sa pristúpilo z dôvodu objavovania sa rôznych poruchových prejavov, ako je zatekanie vody, praskliny, trhliny a podobne. Odber bol uskutočnený na vytypovaných odberných miestach v rámci Košíc, pričom boli podchytené prakticky všetky mestské časti (aj z časového hľadiska výstavby). Vzorky boli získané vrtacou súpravou Hilti, vrtačka DD100, s jadrovými vrtákmi priemerov 112, 82, 52 mm, dĺžka jadrových vývrtov bola vykonaná individuálne od 80 do 150 mm. Pri odbere bolo použité vodné chladenie, t.j. odobraté vývrty pred samotným spracovaním bolo nutné vysušiť do konštantnej hmotnosti. Odber vzoriek bol vykonaný predovšetkým zo severných, resp. severovýchodných častí domov, z výšky cca 2000 – 2500 mm od zeme, za účelom eliminácie novej kontaminácie z okolitého terénu (z pôdy a podlažia). Vzorky boli podrobené kvantitatívnemu stanoveniu dominantných oxidických zložiek, ďalej bola stanovená alkalita, tiež boli stanovené pevnostné charakteristiky pre jednotlivé odbery. Na základe stanovených hodnôt alkality boli stanovené hĺbky karbonatizácie, ako dominantného typu korozívneho poškodenia obvodových plášťov posudzovaných objektov. Časť odberov bola použitá aj na stanovenie vytypovaných stopových prvkov pomocou OES analýzy.

Diskusia výsledkov

Stav životného prostredia, konkrétne tuhých úletov z priemyselnej činnosti na území Košíc bol predmetom dlhodobého monitoringu viacerých pracovísk a zároveň aj jeho chemometrických hodnotení: (Flórián, K., et al., 1992; Bobro, M., et al., 1996; Mačala, J., 1997) a ďalší. Zo záverov citovaných prác

¹ RNDr. Eva Terpáková, CSc., Katedra technológie stavieb a stavebných látok, Stavebná fakulta Technickej univerzity v Košiciach, Vysokoškolská 4, 040 01 Košice.

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 29. 9. 2005)

vyplýva, že napriek technologickým opatreniam (inštalácia odlučovačov, ich inovácia atď.) sa do ovzdušia dostávajú (resp. v prípade Košických magnezitových závodov do odstavenia prevádzky dostávali) viaceré polutanty, pričom ako dominantné zložky boli pochopiteľne zistené predovšetkým rôzne formy Mg. Pomerne detailne sa vlastnosťami a bližšou charakterizáciou úletov z technológií spracovania magnezitu zaoberali (Hančulák J., Bobro, 1997). Podľa autorov, konkrétne analýzy odobratých vzoriek úletov z rôznych technologických uzlov Slovomag a.s. potvrdili prítomnosť Mg v rozpätí 26,7 – 42,8 %, z mineralogického hľadiska boli identifikované formy: periklas, magnezit, dolomit, resp. amorfný MgO kaustik. Tvar a veľkosť emitovaných častíc majú značný význam pre pohyb a celkový transport od emitujúceho zdroja.

Čo sa týka hodnotenia spracovaných jadrových vývrtov z obytných domov bola z chemického hľadiska zameraná pozornosť v prvom rade na posúdenie zmeny alkalické reakcie, čo je významným prejavom korozívnych procesov, najčastejšie karbonatizácie. Všetky jadrové vývrty sa po vysušení posúdili kvalitatívne pomocou acidobázického indikátora, podľa výsledných farebných zmien sa vzorky zarovnali, aby sa získala rovná tlačná plocha a následne sa použili na stanovenie pevnosti v tlaku pre statické výpočty. Prehľad stanovených priemerných výsledkov pre 5 mestských častí je uvedený v tab. 1. spolu s výsledkami priemerných pH hodnôt, tzv. „zdravých častí vývrtov“. Pre účely návrhov sanačných postupov boli zdokumentované aj hĺbky karbonatizácie (uvedené taktiež v tab. 1). Z daných výsledkov vyplynula potreba sanačných prác povrchových vrstiev plášťov, a to individuálne pre niektoré panelové domy až do hĺbky 30 mm.

Tab. 1. Výsledky stanovení alkality a pevnosti v tlaku

Tab. 1. Results of the determination of the alkalinity and comprehensive strength

parameter	I.	II.	III.	IV.	V.
pH ± (s _{pH})	11,39 ± 0,14	11,80 ± 0,06	11,73 ± 0,05	11,75 ± 0,05	11,79 ± 0,06
Počet vývrtov (chemické stanovenia)	22	16	13	17	44
hĺbka karbonatizácie od povrchu [mm]	30 ± 5	16 ± 3	20 ± 2	22 ± 3	28 ± 5
R _{c,cy} ± (s _{R,cy}) [Mpa]	11,03 ± 7,58	11,08 ± 7,15	9,32 ± 4,19	9,97 ± 5,82	9,70 ± 5,14
Celkový počet vývrtov (stanovenie pevnosti)	38	30	20	23	72

Poznámka: Lokalizácia odberných miest v rámci Košíc:

- I. mestská časť Sever,
- II. mestská časť východ – sídlisko Furča,
- III. Sídlisko nad Jazerom,
- IV. Mestská časť Juh,
- V. Západ – sídlisko Terasa.

Tab. 2. Stanovenie koncentrácií Mg a vybraných stopových prvkov

Tab. 2. Determination of the concentration of Mg and selection trace elements

parameter	I. ^a	II.	III.	IV.	V.
c Mg [%]	17,22 ± 1,1	12,45 ± 0,5	11,68 ± 0,4	16,14 ± 1,2	13,05 ± 0,4
c Cl [%]	0,18 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,045 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,06 ± 0,01
c Mn x 10 ⁻³ [%] v.č. ^b s.č.	95,43 ± 0,05 280,08 ± 0,02	123,88 ± 0,05 104,47 ± 0,12	87,78 ± 0,05 174,42 ± 0,4	43,93 ± 0,1 103,39 ± 0,1	98,50 ± 0,15 150,98 ± 0,12
c Cu x 10 ⁻³ [%] v.č. s.č.	7,29 ± 0,02 3,16 ± 0,01	2,08 ± 0,02 0,96 ± 0,01	1,75 ± 0,04 20,32 ± 0,01	1,17 ± 0,03 7,64 ± 0,01	2,99 ± 0,02 4,0 ± 0,011
c Zn x 10 ⁻³ [%] v.č. s.č.	159,62 ± 0,05 396,54 ± 0,04	352,72 ± 0,06 295,90 ± 0,05	306,55 ± 0,06 356,35 ± 0,05	99,55 ± 0,04 586,97 ± 0,05	98,84 ± 0,02 341,74 ± 0,05
c Cr x 10 ⁻³ [%] v.č. s.č.	28,95 ± 0,02 40,31 ± 0,02	8,86 ± 0,01 7,15 ± 0,02	11,11 ± 0,03 10,69 ± 0,02	6,27 ± 0,03 5,59 ± 0,02	8,83 ± 0,02 11,97 ± 0,02

Poznámka: a : I.-V. jednotlivé mestské časti (priemerné hodnoty)

b : v.č. - vrchná karbonatizovaná časť

s.č. - spodný okraj vývrtov

Vzhľadom na environmentálnu záťaž prostredia Košíc tuhými úletmi zo spracovania magnezitu a ďalších stacionárnych zdrojov bol celkovo vo 112 vzorkách stanovený obsah Mg a ďalších zložiek, ktoré sú sledované v zmysle klasifikácií agresivity prostredia na stavebné prvky (podľa STN 206-1). Na stanovenie Mg bola použitá klasická komplexometrická metóda, nakoľko sa predpokladali vyššie koncentrácie. Väčšina

odobratých vzoriek určených na chemické posúdenie bola zhodou okolností vyrobená na báze troskopemzobetónu, takže bolo možné aj určité semikvantitatívne posúdenie vplyvu environmentálnej záťaže. Výsledné priemerné hodnoty sú v tab. 2.

Na prezentovanie postupu a distribúcie stopových prvkov sú v tab. 2. uvedené výsledky získané OES analýzou pre vytypované prvky Mn, Zn, Cu, Cr. Stanovenie bolo realizované klasickou práškovou analýzou s použitím oblúkového zdroja. Uvedené prvky sa na základe dostupných materiálových listov v pôvodných surovinách na výrobu obvodových plášťov (dominantne troska, pemza, troskoportlandský cement) nenachádzali vo vyšších koncentráciách, až na Cr, ktorého obsah v cementoch sa výrobcovia snažia redukovať až v posledných rokoch. Je teda možné predpokladať, že prítomnosť stanovených prvkov vo vzorkách obvodových plášťov je v dôsledku vplyvu environmentálnej záťaže počas doby užívania zároveň aj určitým prejavom postupu korozívnych procesov. Na spektrálne stanovenie boli kvôli porovnaniu prieniku sledovaných polutantov v časovom horizonte užívania stavby použité vždy dve odseparované časti zo vzoriek vývrtov – povrchová, karbonatizovaná vrstva a vnútorná, t.j. spodný okraj vývrtu (v priemere 80 ± 20 mm).

Čo sa týka stanovených koncentrácií Mg bol zistený jednoznačne zvýšený obsah oproti deklarovaným hodnotám (vysokopečná troska a pemza 8 – 10 %), za predpokladu že berieme do úvahy dominantné použitie trosky resp. pemzy na výrobu obvodových plášťov. Deklarované obsahy Mg vo forme MgO pre vyrábané cementy (v rokoch 1960 - 90), boli v rozpätí 2,5 – 3 %. Z našich stanovení vyplýva zvýšenie koncentrácií Mg v telesách jadrových vývrtov. Prítomnosť častíc Mg, napr. vo forme MgO môže iniciovať horečnaté rozpínanie s následným poklesom pevností, čo bude mať vplyv aj na životnosť daného konštrukčného prvku. Typické prejavy ako sú povrchové zmeny, odlupovanie, praskliny, obnažovanie výstuže boli v čase odberu vzoriek pozorované na väčšine odberných miest. V tab. 2. sú uvedené aj výsledky stanovenia chloridov, ktoré môžu mať nepriaznivý korozívny účinok na silikátovú maticu a tiež na kovové prvky (betonárska výstuž, kotvenia). Z výsledkov realizovaných stanovení vyplýva mierne zvýšenie pre súbor I. a II. (sever a juh), čo by mohlo byť v určitom súlade s časovým horizontom výstavby.

Na základe stanovených koncentračných hodnôt stopových prvkov je zjavný trend zvyšovania koncentrácií polutantov smerom do vnútrajška obvodových plášťov. Z tab. 2. vyplýva, že sa uvedená závislosť nepotvrdila v prípade sady vzoriek I. a II. pre Cu a vzoriek sady II. pre prvok Mn, kde je opačná tendencia. Trend akumulácie do vnútorných vrstiev plášťov nie je potvrdený v prípade Cr, kde by bolo možné uvažovať o odlišnom mechanizme prieniku v telese obvodových plášťov, prípadne mohlo dochádzať ku chemickej sorpcii v povrchových vrstvách plášťov. Nami stanovované prvky OES analýzou boli zhodne identifikované aj v úletoch z technologických zariadení (Hančulák et. al.), pričom koncentrácie prvkov v úletoch z rôznych častí technológie spracovania magnezitu pre Cr, Zn boli rádovo niekoľkokrát vyššie.

Záver

Cieľom práce bolo poukázať na možnosti využitia rôznych analytických metód pre potreby diagnostických posúdení stavebných konštrukcií. Zároveň je možné na základe dosiahnutých výsledkov konštatovať, že na súbore skúšaných vzoriek bol potvrdený trend akumulácie polutantov z tuhých úletov technológie spracovania magnezitu v obvodových plášťoch obytných budov na území Košíc. Výsledky práce boli použité ako podklady pre návrh obytných domov na nutnú rekonštrukciu.

Literatúra - References

- Bobro, M. et al: Hodnotenie sedimentovanej prašnosti na stanovištiach Slovmag, a.s., Lubeník a vplyvu závodu na životné prostredie okolia. *Expertízna správa pre ÚGT SAV Košice pre Slovmag, a.s. Lubeník, 1996*
- Flórián, K., Matherny, M., Pliešovska, N.: Spectrochemical Methods in Environmental Analysis: Methodology and Chemometrical Investigations, *Microchemical Journal, 51, (1995) s. 26-38.*
- Flórián, K., Matherny, M., Ondášová, M., Pliešovska, N.: Analytické a chemometrické zhodnotenie prašnosti sídelných aglomerácií. In: *Chemické listy, 86, (1992), 4, s. 617-623.*
- Hančulák, J., Bobro, M.: Vybrané vlastnosti tuhých úletov z technológií spracovania magnezitu v Slovmag, a.s., Lubeník, In: *Acta Montanistica Slovaca, Ročník 2, (1997), 3 s. 244-246.*
- Mačala, J.: The emissins situation in the Slovak Republic., *Acta Montanistica Slovaca, 2, (1997), 3, s. 287-290.*
- STN EN 206 –1 Betón. Časť 1.: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda.