



## Stanovenie chemických, fyzikálnych a mechanických vlastností elektrodovej hmoty EH-1-8. Porovnanie s EH-1, EH-3 a EH-PL.

Apríl 2010

Riešitelia:

1. doc. Ing. Jaroslav LEGEMZA, PhD. [Jaroslav.Legemza@tuke.sk](mailto:Jaroslav.Legemza@tuke.sk) +421 55 602 3155

Cieľ projektu:

Cieľom projektu bolo porovnať tento typ elektrodovej hmoty s elektrodovými hmotami označenými ako EH-1, EH-3 a EH-PL a z tohto porovnania určiť možnosti používania elektrodovej hmoty EH-1-8 v podmienkach NCHZ, a.s.

Realizované úlohy:

1. porovnanie typu elektrodovej hmoty s elektrodovými hmotami označenými ako EH-1, EH-3 a EH-PL,
2. určenie možnosti používania elektrodovej hmoty EH-1-8,
3. stanovenie chemických vlastností elektrodovej hmoty,
4. stanovenie mechanických vlastností elektrodovej hmoty,
5. stanovenie fyzikálnych vlastností elektrodovej hmoty.

Použité metodiky:

1. skúška trieštivosti – Shatter test,
2. modifikovaná skúška mechanickej pevnosti v páde bremena na vzorku,
3. skúška mechanickej pevnosti v tlaku,

4. skúška sypnej, objemovej a skutočnej mernej hmotnosti,
5. skúška otvorenej pórovitosti,
6. skúška teploty tavenia,
7. skúška merného elektrického odporu,
8. porovnanie štyroch typov EH.

### Hlavná metodika:

#### Porovnanie štyroch typov EH

Skúška	EH-1-	EH-1	EH-3	EH-PL
Obsah popola	4	3	1	2
Chemická analýza popola	4	3	1	2
Skúška trieštivosti (Shatter test)	4	3	2	1
Pádová skúška	4	3	2	1
Skúška mechanickej pevnosti	3	4	1	2
Teplota tavenia	4	3	1	2
Tvorba plastického pásma	3	4	1	2
Merný elektrický odpor	3-4	3-4	2	1
Homogenita vlastností	4	3	1	2
↑ 1 - najlepšie vlastnosti.....4 - najhoršie vlastnosti				
Sypná merná hmotnosť	1	2	3	4
Zdanlivá merná hmotnosť	2	3	4	1
Skutočná merná hmotnosť	2	1	3	4
Otvorená pórovitosť	4	3	2	1
↑ 1 - najnižšie hodnoty pri danej fyzikálnej vlastnosti..... .....4 - najvyššie hodnoty pri danej fyzikálnej vlastnosti				

#### Porovnanie štyroch typov EH

### Výsledky:

Analýza chemického zloženia elektródových hmôt preukázala rozdiely v kvantitatívnom zložení štyroch analyzovaných hmôt. Najnižší obsah popola a aj najnižšie obsahy Al, Si a Fe boli zistené v elektródovej hmote EH-3. Elektródová hmota EH-1-8 obsahovala najvyššie množstvo popola a taktiež najvyššie obsahy Al, Ca a Fe zo všetkých analyzovaných EH. Obsah popola a chemické zloženie popola je ale v prípade elektródovej hmoty EH-1-8 na štandardnej úrovni, ktorú

---

deklaruje výrobca. Pre proces výroby samospekavej elektródy pri vypaľovaní elektródovej hmoty môže obsah a zloženie popola predstavovať riziko len pri kvantitatívne vyšších úrovniach alebo nehomogénnom rozložení popola. V prípade elektródovej hmoty EH-1-8 (na základe dodaných vzoriek) možno predikovať riziko použitia tejto EH v prevádzkových podmienkach na základe jej pomerne vysokej nehomogenity.

Mechanická pevnosť v tlaku u elektródovej hmoty EH-1-8 je spolu s elektródovou hmotou EH-1 najnižšia zo všetkých analyzovaných EH. Priemerná hodnota mechanickej pevnosti v tlaku pri type elektródovej hmoty EH-1-8 predstavuje 30,40 MPa, pri EH-1 je to 28,34 MPa, pri EH-3 je to 35,87 MPa a pri elektródovej hmote EH-PL 33,17 MPa. Všetky tieto mechanické pevnosti v tlaku u jednotlivých elektródových hmôt (vrátane EH-1-8 a EH-1) sú na štandardnej úrovni, ktorú deklaruje výrobca.

Aj ďalšie skúšky na zisťovanie špecifických mechanických vlastností potvrdili, že elektródové hmoty EH-3 a EH-PL majú lepšie mechanické vlastnosti ako elektródová hmoty EH-1-8 a EH-1. Napriek týmto záverom, rozdiely v mechanických vlastnostiach všetkých EH neboli veľmi významné, aj v prípade EH-1-8 možno hovoriť o pomerne štandardnej kvalite tejto hmoty – ale pri jej nameranej vysokej nehomogenite.

Na základe stanovenia fyzikálnych vlastností štyroch typov elektródovej hmoty vyplýva, že elektródová hmota EH-1-8 má nižšie hodnoty sypnej a skutočnej mernej hmotnosti a má vyššiu otvorenú pórovitosť ako elektródové hmoty EH-3 a EH-PL. Aj pri týchto skúškach sa u elektródovej hmoty EH-1-8 prejavila zvýšená nehomogenita jednotlivých dodaných vzoriek.

Z výsledkov stanovenia teploty začiatku tvorby taveniny vyplýva, že pri všetkých štyroch vzorkách už pri nízkych teplotách (cca 47 - 175°C) sa vytvorilo malé množstvo taveniny. Plastické pásmo bolo vytvorené u vzorky elektródovej hmoty EH-1 do cca 280°C, u vzorky elektródovej hmoty EH-1-8 do cca 420°C, u vzorky elektródovej hmoty EH-3 do cca 550°C a u vzorky elektródovej hmoty EH-PL do cca 600°C. Je potrebné ale poznamenať, že zväčšovanie objemu vzorky EH-PL (vytváranie plastického pásma) bolo menej výrazné ako v prípade elektródovej hmoty EH-3. Vzhľadom na to, že v elektródových hmotách sa nachádza aj určitá časť popolovín, bolo zistené, že približne pri 850°C sa vo vzorke elektródovej hmoty EH-1-8 začal vytvárať taveninový meniskus (vo vzorke elektródovej hmoty EH-1 to bolo pri nižšej teplote - pri cca 750°C, vo vzorke elektródovej hmoty EH-3 pri cca 720°C a vo vzorke elektródovej hmoty EH-PL pri cca 730°C). Elektródová hmota EH-1-8 mala druhú najnižšiu plasticitu.

Z výsledkov stanovenia merného elektrického odporu elektródových hmôt vyplýva, že vzorky elektródových hmôt EH-1-8 a EH-1 vykazujú najvyššie hodnoty merného elektrického odporu zo všetkých analyzovaných vzoriek. Priemerná hodnota merného elektrického odporu

---

(meracie miesto – stred EH) pri type elektródovej hmoty EH-1-8 predstavuje  $87,75\mu\Omega/m$  (v prípade EH-1 to je  $81,4\mu\Omega/m$ ) oproti  $54,5\mu\Omega/m$ , ktorá bola zistená pri type elektródovej hmoty EH-3. Pri type elektródovej hmoty EH-PL boli namerané najnižšie hodnoty merného elektrického odporu ( $39,75\mu\Omega/m$ ).

Elektródová hmota EH-3 mala najhomogennejšiu štruktúru, čo sa prejavilo najmenším rozptylom hodnôt, ktoré boli namerané pri jednotlivých mechanických a fyzikálnych skúškach. Elektródová hmota EH-1-8 mala najmenej homogénnu štruktúru, čo sa prejavilo najväčším rozptylom hodnôt, ktoré boli namerané pri jednotlivých mechanických a fyzikálnych skúškach.

Na základe realizovaných laboratórnych skúšok a na základe analyzovaných skutočností možno vysloviť záver, že aj napriek určitým rozdielom v stanovených vlastnostiach štyroch typov elektródových hmôt (v neprospech EH-1-8 a EH-1), použitie elektródovej hmoty EH-1-8 (aj EH-1) v podmienkach NCHZ, a.s. nemusí predstavovať automaticky zníženie kvality vypálenej elektródy. Autor tejto správy však musí poukázať na možné riziká použitia EH-1-8 a na reálne zhoršenie technológie výrobného procesu výroby karbidu vápnika, nakoľko výskum predikčne poukázal na problémové miesta použitia elektródovej hmoty na báze majoritného antracitu. Na potvrdenie tejto skutočnosti by bolo potrebné vykonať ďalšie laboratórne skúšky, o ktorých sa autor tejto správy zmieňuje v diskusii nameraných výsledkov. Ďalšie riziko použitia EH-1-8 (aj v porovnaní s EH-1) v prevádzkových podmienkach môže byť predikčne určené na základe vysokej nehomogenity tejto elektródovej hmoty.

Skúsenosti, ktoré boli autorom získané v rámci analýz a porovnávaní rôznych ale aj rovnakých typov elektródových hmôt v rokoch 2003 – 2010 poukazujú, že aj v rámci chemických, fyzikálnych a mechanických vlastností EH, ktoré deklarujú výrobcovia, môže dochádzať k menším alebo i väčším odchýlkám od štandardných kvalitatívnych parametrov týchto elektródových hmôt. Je preto potrebné uskutočňovať aj pravidelné kontroly týchto vlastností odberateľom EH, ktorý ich využíva vo svojom výrobnom cykle.

### Obrazová príloha:



**1a.)** EH-1-8



**1b.)** EH-1

**1c.)** EH-3



**1d.)** EH-PL

**1a.)** elektródová hmota EH-1-8,

**1b.)** elektródová hmota EH-1 (analyzovaná v roku 2009),

**1c.)** elektródová hmota EH-3 (analyzovaná v roku 2009),

**1d.)** elektródová hmota EH-PL (analyzovaná v roku 2009).

Obr. 1 Elektródové hmoty



EH-1-8



EH-1



EH-3



EH-PL

Obr. 2 Detail štruktúry v lome vzoriek EH



Obr. 3 Optické pozorovanie ohrevu vzorky elektródovej hmoty EH-1-8