

Využitie sorbentu na báze lignitu na zvýšenie bezpečnosti skládok odpadov

Projekt skládky odpadov so zvýšenou ekologickou bezpečnosťou využíva ako funkčnú zložku vysokoúčinnú sorpčnú vrstvu. Jej význam spočíva predovšetkým vo zvýšení bezpečnosti voči prieniku toxických látok zo skládky do podložia. Vysokoúčinná sorpčná vrstva je okrem toho zárukou, že sa spod skládky odvádza drenážnym systémom voda už zbavená toxických ťažkých kovov a toxických organických zlúčenín. V mnohých prípadoch potom možno odpadové vody (po kontrole) priamo vypúšťať do toku, resp. skládku opatriť iba jednoduchým poistným výmenným filtrom s rovnakým sorpčným materiálom.

V projekte skládky odpadov so zvýšenou ekologickou bezpečnosťou sa ako vysokoúčinná sorpčná vrstva navrhuje mechanicky upravený lignitový substrát z lokality Baňa Záhorie s komerčným pomenovaním ESORBENT. Tento materiál je ekologicky čistý s minimálnym obsahom toxických prvkov (Cr - 24 ppm, Pb - 3 ppm, As - 5 ppm, Cd - 1 ppm). Pre lignit s vysokým obsahom organickej hmoty, a najmä vysokým obsahom voľných humínových kyselín (nad 20 %), je takýto nízky obsah ťažkých kovov ojedinelý. Práve to bolo podstatné pri posudzovaní možnosti jeho využitia na ekologické zabezpečenie skládky.

Aktívnou zložkou sorbentu sú najmä humínové kyseliny pre ich mimoriadnu schopnosť viazať v procese iónovej výmeny ťažké kovy do veľmi stabilných komplexov, hlavne na karboxylových a fenolických hydroxylových skupinách (Quast, Readett, 1987).

Na druhej strane, značná aromatizácia štruktúry počas procesu karbonizácie lignitu dala možnosť vzniku nepolárnych aromatických a alifatických organických štruktúr, ktoré možno izolovať napr. v benzénovom extrakte. To je príčinou afinity substrátu aj k širokej škále organických toxických zlúčenín, ktoré vrstva dokáže zachytiť (fenoly, farbivá, pesticídy, rôzne alifatické a aromatické uhľovodíky a pod.).

Vhodnosť využívania niektorých druhov lignitu na vychytávanie predovšetkým ťažkých kovov uvádzajú viacerí autori (Cafferty, Hobday, 1990; Gullen, Siviour, 1988). V praxi sa lignit využíva napr. pri čistení priemyselných vôd (v metalurgii, pri ťažbe rúd a pod.), často na kvantitatívne zachytenie vzácnych kovov a ich spätné získavanie. Napr. pri optimalizovaní sorpcie nikelnatého kationu na lignit sa dosiahla zhruba 99 % účinnosť oproti 55 % účinnosti aktívneho uhlia, ako výsledok účinnej iónovej výmeny na humínových látkach.

Sorpčné vlastnosti lignitového substrátu z lokality Baňa Záhorie sa komplexne študovali na Chemickotechnologickej fakulte STU v Bratislave. V experimentálnych laboratórnych prácach sa zistili optimálne podmienky na sorpciu špecifických kationov a iných látok.

1. V prípade rovnovážnej sorpcie z roztoku sa hodnoty zachytenia kationov ťažkých kovov pohybovali až do 35 mg.g⁻¹ sušiny organickej zložky sorbenta po dosiahnutí nasýtenia po desiatkach hodín.

2. Spracovali sa aj prietokové metódy, pri ktorých sa už pri rýchlom pretečení roztoku soli kovu o reálnej koncentrácii kolónou dosahovalo zachytenie s 85-95 % účinnosťou.

Oba typy experimentov sú modelové, pričom prvý sa skôr blíži k realite. Pre praktické závery sa však odporúča použiť stredné hodnoty z oboch postupov. Proces možno optimalizovať zmenou pH eluátu, vhodnou modifikáciou lignitu, napr. premiešaním s iným typom zásaditého substrátu a pod.

Pri experimentoch sa vychádzalo z existencie rôznych druhov odpadov, ktoré sa môžu vyskytnúť v komunálnych skládkach, ale môžu pochádzať aj z aktivít drobných i väčších priemyselných prevádzok. Vychádzajúc z priemeru chemického zloženia komunálnych odpadov na Slovensku (pri extrémnych hodnotách jednotlivých látok) bola prepočítaná mocnosť sorpčnej vrstvy na približne 40 cm. Pri takejto hrúbke a predpokladanej nerovnomernej toxicite odpadov v skládke sa počíta s vysokým koeficientom bezpečného pohltienia toxických látok. Ako sme naznačili pri opise laboratórnych experimentov, v špecifických prípadoch možno sorpciu optimalizovať. Pri sorpcii niektorých ťažkých kovov môže takýto postup spočívať v prevrstvení sorbentu napr. vápencovým štrkom, alebo postriekaním vápennou brečkou a podobne.

Vysokoúčinná sorpčná vrstva je v skládke uložená nad tesniacou ílovou vrstvou a rôznymi izolačnými vrstvami navrhnutými projektantom v zmysle zákona č. 513/92 Zb. a 606/92 Zb. Otvory drenážneho potrubia (východné sú originálne perforované rúry PVC, ktorých dodávateľom je Baňa Záhorie) sa chránia pred zanesením prekrytím vrstvou geotextílie. Sorpčná vrstva súčasne fixuje celý drenážny systém a chráni ho aj mechanicky, najmä v prvej fáze zhutňovania odpadov mechanizmami.

Naznačené základné riešenie uloženia sorpčnej vrstvy sa môže vhodne modifikovať podľa špecifických vlastností

skládky. Možno napr. počítať s ďalším prevrstvením odpadu sorpčným materiálom, resp. s už spomenutou kombináciou lignitového substrátu s inými sorbentmi alebo materiálmi ovplyvňujúcimi proces zachytávania toxických látok v skládke.

Variabilnosť projektu skládky vychádza aj z vhodného využívania terénu. Podľa profilu povrchu dna sa projektuje špeciálne uloženie drenážneho potrubia, a tým aj sorpčnej vrstvy, napr. v rigoloch alebo vrstvou iba v najnižších miestach spádovanej skládky. Zberné potrubie, do ktorého ústia drenážne potrubia, môže vyústiť do zbernej nádrže s vymeniteľnými filtrami vyplnenými sorpčným materiálom, slúžiacim ako poistka pre prípadné dočistovanie vôd vytekajúcich zo skládky. To je aj hlavný bod sústavnej kontroly pri celkovom monitoringu skládky.

Takto projektovaná skládka odpadov je riešením aj pre toxickejšie odpady, najmä tam, kde sa vyskytujú vysoké koncentrácie toxických kovov. Sú to napr. skládky popolčeka zo spaľovní, niektoré priemyselné skládky a pod. Mimořiadny význam má budovanie takýchto skládok v lokalitách s vysokou priepustnosťou podložia a vysokou úrovňou spodných vôd.

Pri projektovaní vysokoúčinnnej sorpčnej vrstvy treba spolu s ekonomickým zhodnotením zvažovať aj iné výhody. Odpady sa zvyčajne ukladajú na nepriepustné vrstvy minerálneho a umelého tesnenia, no ich nepriepustnosť je z dlhodobého hľadiska veľmi otázna. Vychádza to z technického zabezpečenia homogénnosti ílovitých tesniacich vrstiev, ktoré napokon aj pri koeficiente filtrácie 10^{-8} m.s^{-1} (obyčajne aj vyšším), prepúšťajú kontaminované vody rýchlosťou minimálne 10 cm.rok^{-1} . Aj životnosť polymérnej PEHD fólie od jednej z najuznávanejších firiem GUN-DLE garantuje výrobca iba na dvadsať rokov. Odborná literatúra hovorí o takomto spôsobe skládkovania ako o "časovanej bombe" pre nasledujúce generácie (Stigliani a kol., 1991). Na druhej strane sú aj doterajšie riešenia recyklácie toxických vôd do skládky iba náhradné a ich vypúšťanie do čističky s nasledujúcou kontamináciou kalov predstavuje značné riziko.

Projekt skládky odpadov, ktorý vychádza z medzinárodne uznávaných noriem, obohatený o vysokoúčinnnú sorpčnú vrstvu na báze upraveného lignitu, významne znižuje tieto riziká. Pri uložení sorpčnej vrstvy v spodnej časti skládky sa uvažuje s časovo neobmedzenou stabilitou komplexu humínových kyselín s ťažkými kovmi. Riešenie predpokladá trvalé zadržanie toxických látok v skládke a tým, že znemožňuje ich priesak do podložia, zvyšuje bezpečnosť skládky. Oproti iným projektom sa pri tomto riešení vylúči ďalšia manipulácia s toxickými vodami zo skládky.

Ekonomické zhodnotenie aplikácie vysokoúčinnnej sorpčnej vrstvy na báze lignitov pri prepočte na 1 ha pri skladovaní 60 000 t odpadov vychádza na 3,2 mil. Sk. Dá sa ešte niečo ušetriť na použitých tesniacich bariérových materiáloch - podľa posúdenia projektanta i geologických pomerov.

Pri projektovaní a budovaní skládky odpadov treba brať do úvahy množstvo faktov. Čím komplexnejšie sú údaje, tým sa dosiahne optimálnejšie riešenie aj z hľadiska ceny skládky.

* * *

V súčasnosti sa skládka odpadov so zvýšenou ekologickou bezpečnosťou buduje v obci Závod (v okrese Senica nad Myjavou). Bude slúžiť ako referenčná na hlbšie poznanie funkcie lignitovej vysokoúčinnnej sorpčnej vrstvy. Sledovanie monitoringu a hodnotenie výsledkov zabezpečí CHTF STU.

Literatúra

- Cafferty, Ch., Hobday, M., 1990: The use of low-rank brown coal as ion-exchange materials II ionic selectivity and factors affecting utilization. *Fuel*, 69, p. 84.
- Fawcett, A. H. a kol., 1990: CP/MAS NMR spectra of samples the Ulster lignite deposits. *Fuel*, 69, p. 415-420.
- Francis, W., 1961: Coal, its formation and composition., 2-nd Edition. London, E. Arnold, 806 pp.
- Gullen, G. V., Siviour, N. G., 1988: *Water Res.*, 16, p. 1357.
- Metodický pokyn MŽP SR z 15. marca 1993, č. P-1/1993a.
- Omasa, T., 1980: Wastewater treatment. *Jpn Kokai Tokyo Koho* 80 05,732.
- Stigliani, W. M. a kol., 1991: Chemical Time Bombs. *Environment*, 3, p. 4-9, 26-30.
- Quast, K. B., Readett, D. J., 1987: The surface Chemistry of low-rank coals. *Advances in Coll. Inteface Science*, 27, p. 167- 87.

**Byť múdry neznamená veľa hovoriť,
veľa hovoriť neznamená byť múdry!
Zatarasovať vstupy svojho vnútra,
uzatvárať ich brány,
obrusovať svoju ostrosť,
uvoľňovať svoju vyhranenosť,
zmieňovať svoju žiarivosť
a vedieť sa rozumne stotožniť s naším prašným svetom,
to je to, čo nazývame tým prapôvodným
stotožňovaním sa!"**

**Lao-c'
(O ceste Tao a Jej tvorivej energii Te)**