

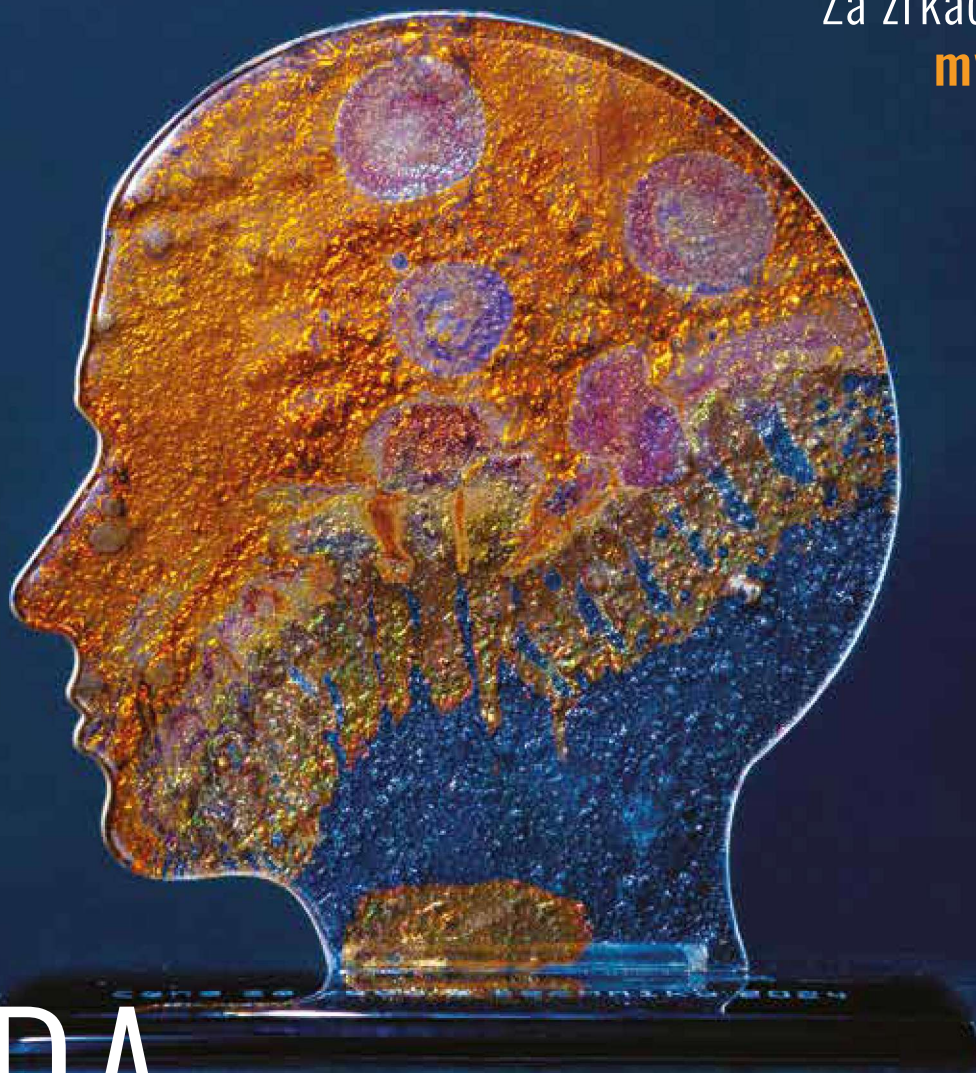
Quark

Magazín o vede a technike

12/2024
2,50 €

Za zrkadlom
mysle

Dokonalý
vzor



VEDA
UKRYTÁ
V SKLE

Za hviezdny
prachom



9 771335 140000 1



Riešenie toxickej skládky

Ministerstvo životného prostredia SR nedávno oznámilo zámer konečne zlikvidovať príšernú skládku odpadu v bratislavskej mestskej časti Vrakuňa. Na vyčistenie zeminy od rôznych chemikálií sa má použiť metóda termickej desorpcie. O akú metódu ide?

Na vysvetlenie je dobré začať jej názvom. Ten pozostáva zo slov *termický* a *desorpcia*. Význam prvého slova je všeobecne známy a znamená tepelný alebo súvisiaci s teplom. Na objasnenie významu slova *desorpcia* je však potrebné vysvetliť, čo znamená slovo *sorpcia*, od ktorého je odvodené. Sorpciou sa označujú deje, v dôsledku ktorých sa pri styku tuhých látok s kvapalinami alebo plynmi tieto začnú koncentrovať na ich povrchu. Inými slovami pohlcujú látky zo svojho okolia,

pričom zväčša ide o prednostné pohlcovanie niektorých z nich.

VYUŽITIE SORBENTOV

V bežnom živote sa najčastejšie stretávame so sorbentmi na báze silikagélu, ktoré slúžia napríklad na vysušovanie vzduchu pohlcovaním vodných pár. Zvyčajne sú vo forme malých priehľadných guľôčok, napríklad vo vrchnáčkoch šumivých tabliet alebo v papierových, prípadne textilných vreckách v baleniach elektroniky, foto-

aparátov alebo iných prístrojov citlivých na vlhkosť.

Častým použitím sorbentov je čistenie rôznych kvapalín. Patria k nim potravinárske produkty aj priemyselné odpadové vody. V oboch prípadoch ide o odstraňovanie jednej alebo viacerých nežiaducich zložiek. V prípade priemyselných odpadov sa vďaka sorpcii koncentrujú toxické látky z veľkého objemu týchto vôd do malého objemu sorbentov, ktorého spracovanie je už potom výrazne jednoduchšie.

ZVÄČŠENIE POVRCHU

Sorpcné vlastnosti vykazujú takmer všetky látky, no maximálne množstvo, ktoré sú schopné zachytiť, je zvyčajne veľmi malé. To závisí predovšetkým od veľkosti ich povrchu, ktorý je k dispozícii molekulám látok v ich blízkosti. Ten je však pri sorbentoch úplne iný ako pri látkach, s ktorými prichádzame bežne do



Silikagél je v bežnom živote najčastejšie používaným sorbentom. Slúži na vysušovanie vzduchu pohlcovaním vodných pár.

styku. Na pochopenie tohto rozdielu si to ukážeme na príklade.

Predpokladajme, že máme kocku kompaktnej látky s hladkým nepórovitým povrchom s hustotou vody, teda jeden gram na kubický centimeter. Jej povrch je 6 cm². Lenže túto látku vieme pripraviť aj s povrchom 600 m², teda miliónkrát väčším. Ak o tom niekto pochybuje, robí dobre. Uveriť tomu, že jednocentimetrová kocka má povrch dvoch tenisových kurtov, vyzerá byť hlúposťou. Napriek tomu to môže byť pravda. Väčšinou je to však menej, napríklad na úrovni desiatok, prípadne aj niekoľkých stoviek štvorcových metrov. Vo výnimočných prípadoch to môže byť aj viac ako uvedených 600 m². Toto zväčšenie povrchu sa dosahuje tým, že pôvodnú kompaktnú látku pripravíme vo forme veľmi malých častíc alebo vo vysoko pórovitej forme. Existuje aj tretia možnosť, ktorá je kombináciou oboch predchádzajúcich, teda v podobe malých pórovitých častíc. Pre určitú konkrétnu aplikáciu musí mať táto látka aj vhodné chemické zloženie.

Povaha sorpčných dejov môže byť rôzna. Môže ísť jednak o rôzne fyzikálne interakcie, ale aj povrchové chemické reakcie (chemosorpcie). Kým v prvom prípade sorbované látky možno z povrchu sorbentov odstrániť pomerne jednoducho, v druhom prípade to môže byť aj nemožné.

OBMEDZENÁ OCHRANA

Keďže témou tohto článku je čistenie kontaminovaných pôd, je potrebné vysvetliť, akým spôsobom sú v nich viazané chemikálie. Pôdy sú zmesou rôznych anorganických a organických látok, pričom mnohé z nich vykazujú dobré sorpčné vlastnosti, takže zadržiavanie niektorých chemikálií ide na vrub sorpcie. Pri tuhých látkach nerozpustných vo vode ide iba o mechanické zadržiavanie ich častíc.

Vlastnosti rôznych typov pôd sa veľmi líšia, preto sa výrazne odlišujú aj v sorpčných vlastnostiach. Vo všeobecnosti pôdy výrazne spomaľujú prienik kontaminantov do podzemných vôd. Deje sa to však iba dovtedy, kým nie je nasýtená ich zadržiavacia kapacita. Aj pred jej dosiahnutím vodné zrážky časť viazaných

chemikálií z pôdy vyplavujú. Takže ochranná funkcia pôdy pred znečisťovaním podzemných vôd je časovo obmedzená a pôdy zväčša tlmia iba nárazový únik chemikálií.

Významnou zložkou pôd sú ílové minerály, z ktorých mnohé sa vyznačujú vysokou sorpčnou kapacitou. Zároveň ich vysoký obsah môže postup chemikálií značne spomaliť alebo aj úplne zastaviť vďaka ich výborným hydroizolačným vlastnostiam.

UNIVERZÁLNA METÓDA

Uvoľňovanie látok viazaných v sorbentoch sa nazýva desorpcia. Preto sa aj názov technológie čistenia zeminy nazýva desorpcia. Termická desorpcia je však iba jednou z viacerých metód. Zemina v skládke vo Vrakuni je kontaminovaná približne 400 látkami líšiacimi sa svojimi fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami aj zdravotnými rizikami. Preto sa pri výbere metódy čistenia zeminy museli vylúčiť všetky selektívne metódy, ktoré sú využiteľné iba pri jednej alebo úzkej skupine navzájom podobných látok. Z tohto dôvodu sa pristúpilo práve k tejto veľmi univerzálnej metóde, ktorá je použiteľná pre široký okruh znečisťujúcich látok.

Princíp tejto technológie je jednoduchý. Zemina sa v závislosti od typu, vlastností a množstva kontaminujúcich látok zahreje, v dôsledku čoho sa z nej chemikálie začnú uvoľňovať vo forme plynov a pár. Tie sa vedú do zariadení na ich ďalšie spracovanie. Táto technológia využíva spravidla teploty buď v rozmedzí 90 až 320 °C, alebo 320 až 560 °C. O voľbe medzi oboma možnosťami rozhodujú vlastnosti kontaminujúcich chemikálií.

Spôsob spracovania plynov uvoľnených zo zeminy je rôzny, pretože zohľadňuje vlastnosti kontaminujúcich látok. Vo všeobecnosti sa ich veľká časť mení oxidáciou vzdušným kyslíkom na oxid uhličitý a vodu. Produktom sú aj rôzne prachové častice, ktoré môžu ešte obsahovať nebezpečné látky, no ich likvidácia vzhľadom na zanedbateľný objem v porovnaní s pôvodnou zeminou predstavuje už výrazne menší problém.

ČO S VYČISTENOU PÔDOU

Využívanie vyčistenej pôdy bude musieť zohľadňovať to, že ani táto metóda nedokáže zo zeminy úplne odstrániť všetky kontaminujúce látky. Medzi ne patrí aj azbest, ktorého obsah neznižuje vôbec. Zásadnou otázkou je, koľko sa ho tam nachádza. Azbest nie je toxický, no nebezpečné sú jeho malé vlákнитé častice. Malý obsah azbestu by však nemusel predstavovať významnejší problém (pozri Quark 2/2016).

Táto metóda síce výrazne znižuje obsah organických látok, ale aj tak ich úplne nedokáže odstrániť. Vo výslednej zemine by ich obsah nemal prekročiť hranicu piatich gramov na jednu tonu. Maximálna teplota termickej desorpcie je 560 °C, čo nestačí ani na odstránenie niektorých zdraviu nebezpečných kovov. Pri konečnom využití vyčistenej zeminy by sa preto mali tieto skutočnosti zohľadniť.

HROZBY A RIZIKÁ

Skládka vo Vrakuni je našou dlhodobou katastrofou. Napriek jej likvidácii mnohých obyvateľov Vrakune iste zaujíma, či im pri čistení pôdy touto metódou nehrozia zdravotné, prípadne iné riziká. Je samozrejmé, že nejaké riziká existujú vždy, no tie hrozia predovšetkým tým, ktorí uvedenú technológiu budú prevádzkovať. Samotná manipulácia so zeminou nesie tiež svoje riziká a musí sa brať do úvahy, že látky uvoľňované z nej sú často toxické. Lenže aj v našich domácnostiach je množstvo príležitostí, ako sa všeličím priotraviť alebo prísť k vážnemu úrazu. V oboch prípadoch sú však riziká diametrálne odlišné a je na prevádzkovateľoch tejto technológie, aby ich znížili na minimum.

Dôležité je povedať, že na Slovensku je mnoho podnikov, kde sú riziká poškodenia zdravia omnoho vyššie ako v tomto prípade, no vďaka premysleným bezpečnostným opatreniam a moderným technológiám sú takéto prípady výnimočné. Napriek tomu je dozor nad spôsobom likvidácie skládky vo Vrakuni zo strany zodpovedných dôležitý.

Text a foto prof. Ing. Karol Jesenák, CSc.



Významnou zložkou pôd sú íly, ktoré sa vyznačujú vysokou sorpčnou kapacitou.

