



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu **APVV –0068–07**

Hybridná metóda odstraňovania iónov kovov nízkych koncentrácií z vôd

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Milan Búgel, CSc.**

Príjemca **Technická univerzita v Košiciach**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, TUKE
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Česká Republika
2. The University of Queensland, Austrália
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. BAKALÁR, Tomáš - BÚGEL, Milan - PAVOLOVÁ, Henrieta: Equilibrium modeling of Cu and Ni removal from aqueous solutions: influence of salinity. In: Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol. 34, October (2008), p. 252-255. - ISSN 2070-3740
2. BAKALÁR, Tomáš - GAJDOŠOVÁ, Lucia - BÚGEL, Milan - PAVOLOVÁ, Henrieta: Influence of solution concentration on heavy metal removal using reverse osmosis. In: Annals of Faculty of Engineering Hunedoara. Vol. 7, no. 1 (2009), p. 111-114. - ISSN 1584-2665
3. BAKALÁR, Tomáš - BÚGEL, Milan - HUSZÁGH, Lúdvít: Equilibrium modeling of Cu removal from aqueous solutions: influence of ionic strength. In: Water Treatment Technologies for the Removal of High-Toxicity Pollutants : NATO Science for Peace and

4. MÜLLER, Gabriel - JANOŠKOVÁ, Katarína - BAKALÁR, Tomáš - BÚGEL, Milan: Influence of suspension concentration and transmembrane pressure on microfiltration of montmorillonite based suspension. In: Desalination and Water Treatment, In Press. ISSN 1944-3994

5. MÜLLER, Gabriel - JANOŠKOVÁ, Katarína - BAKALÁR, Tomáš - ČAKL, Jiří - JIRÁNKOVÁ Hana: Removal of Zn(II) from aqueous solutions using Lewatit S 1468. In: Desalination and Water Treatment, In Press. ISSN 1944-3994

Uplatnenie výsledkov projektu

Vzhľadom na regionálne ekologické problémy uplatnenie výsledkov riešenia projektu je možné v súvislosti s priemyselným spracovaním druhotných surovín obsahujúcich medi (Krompachy). Štúdium hybridných procesov a využitie výsledkov je taktiež možné aj pri spracovaní odpadovej haldy s netradičným využitím vznikajúcich surovinových materiálov (Dobšiná) ako aj pri riešení aktuálnych problémov dotýkajúcimi sa kvality chladiacich priemyselných vôd v U.S.Steel Košice, s.r.o.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

V rámci riešenia projektu sa navrhol model hybridného membránového zariadenia a jeho funkčnosť sa overila v laboratórnych podmienkach. Jednotlivé hodnoty vstupných parametrov modelu sú vzorové, ich hodnoty je možné meniť na základe konkrétnych požiadaviek. Navrhnuté zariadenie má výkonom 1 000 L/h odpadovej vody. Jednotlivé údaje o použítom adsorbente, roztoku ťažkého kovu a membránovom procese sa použili ako modelové a je ich možné meniť podľa potreby. Rovnovážna koncentrácia odstraňovaného iónu po adsorpcii má hodnotu 0,00005 g/L. Pri zdržnom čase 30 sekúnd potrebnom na adsorpciu sa z roztoku odstráni $\approx 90\%$ medi z maximálneho možného množstva adsorbovanej medi. Zmes vstupuje do mikrofiltračného (MF) modulu. Návrh filtračnej plochy sa vypočíta z údajov získaných pri meraniach v module s plochým filtrom pre PTFE membránu (typ KS, Osmonics). V MF module dochádza k oddeleniu vyčistenej vody – permeátu od takmer nasýteného adsorbenta – retentátu. Do retentátu sa pridáva HCl na zníženie hodnoty pH, pri ktorej dochádza k desorpcii medi z adsorbenta. Zdržný čas na desorpciu v desorbéri je 60 s, počas ktorého sa dosiahne rovnovážny stav zistený na základe meraní kinetiky procesu. Po desorpcii zmes vstupuje do mikrofiltračného modulu, kde sa retentát zakoncentruje na ≈ 12 hm. %. Permeát obsahuje odstraňovanú medi vysokej koncentrácie. Retentát obsahujúci adsorbent a časť roztoku s vysokým obsahom medi sa premýva malým podielom vyčistenej vody. Takto premytá zmes sa privádza do MF modulu, v ktorom sa zakoncentruje na požadovanú koncentráciu (≈ 15 hm. %). Odvádzaný permeát sa mieša s koncentrátom kovu. Vzniknutý prúd je konečným koncentrátom medi určeným na ďalšie spracovanie. Upraví sa pH retentátu pridaním NaOH na hodnotu 6 a spojí sa so surovou odpadovou vodou.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

Within the project, a model of a hybrid membrane device was proposed and its functionality was verified in laboratory conditions. Each value of input parameters of the model are variable, their values can be amended according to specific requirements. The proposed device has an output of 1,000 L/h of wastewater. Particular data on the used adsorbent, heavy metal solution and membrane processes have been used as a model and can be changed as needed. The equilibrium concentration of the removed ion after adsorption is 0.00005 g/L. At retention time of 30 seconds necessary for adsorption, $\approx 90\%$ of copper will be removed from solution from the maximum possible amount of adsorbed copper. The mixture enters the microfilter (MF) module. The proposal of the surface of the filter is

calculated from the data obtained when measured with a flat filter module for PTFE membrane (type KS, Osmonics). In the MF module separation of purified water - permeate from nearly saturated adsorbent - retentate occurs. HCl is added to the retentate to reduce the pH to the value that desorption of copper from the adsorbent occurs. Retention time for desorption is 60 s, during which equilibrium detected by measurements of kinetics of the process is reached. After desorption the mixture enters the microfilter module, where the retentate is concentrated to ≈ 12 wt. %. Permeate contains high concentrations of removed copper. Retentate containing adsorbent and part of the solution with a high content of copper is washed with small portion of purified water. The washed mixture is fed to the MF module, in which it is concentrated to the desired concentration (≈ 15 wt. concentrate%). Discharged permeate is mixed with metal concentrate. The mixed stream is the final copper concentrate for further processing. The pH of the retentate is adjusted to 6 by adding NaOH and then the retentate is mixed with raw wastewater.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

doc. Ing. Milan Búgel, CSc.

V Košiciach, 20. 06. 2011

Štatutárny zástupca príjemcu

Dr.h.c. prof. Ing. Anton Čižmár, CSc.

V Košiciach, 20. 06. 2011

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu