

ZVÝŠENÍ ADSORPČNÍ KAPACITY UHLÍKATÝCH XEROGELŮ SULFONACÍ

Zlata Benková

*Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská Univerzita, 30. dubna 22, Ostrava,
email: Zlatabenkova@seznam.cz*

Abstrakt

Jeden z největších problémů současného světa týkající se životního prostředí je znečištění odpadních vod. Hlavními zdroji znečištění jsou průmyslové a zemědělské odpady v podobě těžkých kovů, které jsou nebezpečné nejen pro životní prostředí, ale také pro zdraví člověka. Proto byly zavedeny metody pro odstraňování těžkých kovů z odpadních vod. Mezi nejznámější patří elektrochemické metody, výměna iontů nebo adsorpce. V dnešní době se nejvíce využívají adsorpční procesy v důsledku jednoduchosti, přesnosti a hlavně účinnosti [1]. Jako adsorpční materiály se používají látky s vysokým povrchem, tepelnou stabilitou a schopností adsorbovat ionty těžkých kovů z vodných roztoků. Mezi používané adsorbenty patří např. oxid hlinitý, zeolity, porézní sklo, aktivní uhlí nebo uhlíkaté aerogely. Jedná se o nově zkoumané materiály, které se připravují polymerací resorcinolu a formaldehydu. Jelikož adsorpční schopnosti uhlíkatých aerogelů nedosahují požadovaných výsledků, hledají se nové cesty jak adsorpci zvýšit. Jedná z možností je aktivace uhlíkatých materiálů. Cílem této práce bylo aktivovat uhlíkatý xerogel působením kyseliny sírové a zvýšit tak adsorpční kapacitu pro adsorpci těžkých kovů z vodných roztoků.

Jako první adsorpční materiál byl připraven uhlíkatý xerogel, který byl pyrolyzován při teplotě 500 °C a sulfonován při teplotě 100 °C po dobu 3 h. Aktivovaný materiál se poté louhoval 24 h v amoniaku, jelikož sulfonovaný adsorbent je velice kyselý (má vysokou koncentraci H^+ iontů) a blokuje tak difúzi iontů kovů směrem k aktivním místům na adsorbentu [2]. Jako adsorbát byl použit vodný roztok dusičnanu měďnatého o koncentraci 1 mmol/l. Po uplynutí 24 h adsorpce byl vzorek aktivovaný a vzorek bez sulfonace proměřen na atomovém absorpčním spektrometru. Adsorpční kapacita pro adsorpci měďnatých iontů z vodného roztoků pro vzorek neaktivovaný odpovídala hodnotě 0,13 mmol/g a pro vzorek aktivovaný hodnotě 0,17 mmol/g. Z těchto výsledků je patrné, že sulfonace uhlíkatých xerogelů vede ke zvýšení adsorpční kapacity a proto byly dále hledány vlivy, které by ještě množství naadsorbovaných iontů těžkých kovů zvýšily.

Další vlivy, které byly v této práci prozkoumány, byly sulfonační doba, sulfonační teplota a pyrolýzní teplota. Byl použit uhlíkatý materiál pyrolyzovaný při teplotě 500 °C, na kterém byla zkoumána doba sulfonace. Jako sulfonační doby vhodné pro porovnání byly zvoleny doby 3 h a 10 h, kde bylo zjištěno, že prodloužení sulfonační doby nemá vliv na adsorpční kapacitu adsorpce těžkých kovů z vodných roztoků. Dále byl zkoumán vliv sulfonační teploty na materiálu stejném, jako při sledování sulfonační doby. Byly zvoleny sulfonační teploty 100 °C, 130 °C, 150 °C a 170 °C, kde nejlepší adsorpční schopnost vykazoval materiál při sulfonační teplotě 130 °C. Adsorpční kapacita tohoto adsorbentu odpovídala hodnotě 0,20 mmol/l. Při sulfonační teplotě 150 °C už docházelo k mírnému poklesu adsorpčních hodnot (0,19 mmol/l) zapříčiněné nejspíš už vratností reakce, tedy desulfonací. Materiál nepoužitelný pro adsorpci byl při sulfonační teplotě 170 °C, jelikož v této fázi již došlo k úplnému zničení struktury uhlíkatého xerogelu. Jako poslední zkoumaný faktor pro zvýšení adsorpční kapacity uhlíkatých xerogelů byla pyrolýzní teplota, kde byly navrženy pyrolýzní teploty 400 a 500 °C. Adsorpční kapacita těchto dvou materiálů bez aktivace byla srovnatelná. Zlom nastal až po sulfonaci vzorku pyrolyzovaného při teplotě 400 °C, kdy při zvýšené sulfonační teplotě, tedy 150 °C, vykazoval materiál nejlepší adsorpční kapacitu pro adsorpci měďnatých iontů z vodného roztoků. Hodnota naadsorbovaného množství měďnatých iontů při koncentraci původního roztoků 1 mmol/g odpovídala 0,21 mmol/g. Z těchto předběžných experimentů vyplývá, že pro zvýšení adsorpční kapacity uhlíkatých xerogelů je nezbytná vhodná kombinace pyrolýzní a sulfonační teploty. V tomto případě se jednalo o nižší pyrolýzní teplotu a vyšší teplotu sulfonační. Na základě předběžných

experimentů byly zvoleny dva nejlépe adsorbující vzorky (vzorky při stejné pyrolyzní teplotě 400°C a různé sulfonační teplotě 150 °C a 100 °C) a na porovnání vzorek neaktivovaný (pyrolyza 400 °C) a aktivní uhlí, na kterých byly proměřeny adsorpční izotermy pro adsorpce měďnatých a kademnatých iontů z vodného prostředí. V rámci těchto měření byla následně dopočítána pomocí Langmuirovy rovnice maximální naadsorbovaná množství a porovnána mezi sebou. Největší maximální adsorpční kapacitu měl vzorek pro adsorpci měďnatých iontů (pyrolyza 400 °C, sulfonace 150°C), jehož hodnota odpovídala 0,70 mmol/g. Tento vzorek měl dokonce vyšší adsorpční kapacitu než aktivní uhlí, jehož maximální hodnota naadsorbovaného množství měďnatých iontů byla 0,49 mmol/g a ve srovnání s neaktivovaným vzorkem měl tento nejlépe adsorbující materiál až šestkrát vyšší adsorpční kapacitu. Adsorpční izotermy kademnatých iontů vykazovaly nižší hodnoty, než u izoterem iontů měďnatých. Vzorek pyrolyzovaný při 400 °C, sulfonovaný při teplotě 150 °C vykazoval maximální hodnotu adsorpce kademnatých iontů 0,50 mmol/g. V porovnání s neaktivovaným materiálem vykazoval tento adsorbent již pouze 3x větší adsorpční schopnost. Adsorbované množství kademnatých iontů na aktivním uhlí bylo 0,43 mmol/g, což je ve srovnání s ionty měďnatými také menší. V této práci se podařilo dokázat, že sulfonací uhlíkatého xerogelu po zvolení vhodných podmínek, se zvýší jeho adsorpční schopnost pro adsorpce těžkých kovů z vodných roztoků a vykazuje dokonce lepší adsorpční kapacity, než aktivní uhlí.

Klíčová slova: aerogel; sulfonace; iontová výměna; adsorpce z vodných roztoků

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Doc. RNDr. Václavu Slovákovi, Ph.D. za přístup, trpělivost, hodnotné rady a odborné vedení během této práce.

Literatura:

[1.] NOVÁKOVÁ, J. *Zvýšení kapacity uhlíkatých aerogelů pro sorpci iontů z vodných roztoků*. Diplomová práce, Ostravská univerzita, 2013.

[2.] VESELÁ, P. *Adsorpční chování olovnatých iontů na alterovaném černém uhlí - vliv teploty*. Bakalářská práce, Ostravská univerzita, 2010.