

钠基蒙脱石对水溶液中 Cu^{2+} 的吸附作用研究*

余国文, 张高科, 张建琳

(武汉理工大学资源与环境工程学院, 武汉, 430070)

摘要:研究了钠基蒙脱石对水溶液中 Cu^{2+} 的吸附性能。考察了各种反应条件, 如离子浓度、反应时间、磁场强度以及 pH 值对钠基蒙脱石吸附 Cu^{2+} 量的影响。结果表明:水溶液中 Cu^{2+} 初始浓度以 0.1mol/L 以下为宜, pH 值应控制在 $3 \sim 5$ 范围内, 较佳的反应时间为 50min ; 在磁场中磁场强度提高能促进钠基蒙脱石对水溶液中 Cu^{2+} 的吸附。

关键词:钠基蒙脱石; Cu^{2+} ; 吸附性能; 反应条件

中图分类号: O647.32; P619.25⁺5 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2004)04-0011-03

Study on the Adsorption of Na-Montmorillonite to Cu^{2+} from Aqueous Solution

YU Guo-wen, ZHANG Gao-ke, ZHANG Jian-lin

(School of Resources and Environmental Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: In this paper, the adsorption properties of Na-montmorillonites to Cu^{2+} were studied. The effects of reaction conditions on Cu^{2+} adsorption content such as concentration, time, pH value, were researched. The results showed that concentration of Cu^{2+} 0.1mol/L , reaction time 50min , pH value $3 \sim 5$; the adsorption content of Na-montmorillonites to Cu^{2+} increased with magnetic density rising.

Key words: Na-montmorillonite; Cu^{2+} ; adsorption property; reaction conditions

蒙脱石是膨润土的主要成分, 是一类层状硅酸盐矿物, 其理论分子式为 $(\text{OH})_4\text{Si}_8\text{Al}_4\text{O}_{20}$, 其通式为 $\text{Na}_x(\text{H}_2\text{O})_4\{\text{Al}_2[\text{Al}_x\text{Si}_{4-x}\text{O}_{10}](\text{OH})_2\}$ 。其单位晶胞由两片顶角朝里的 Si-O 的四面体中夹一片 $\text{AlO}-(\text{O})\text{OH}$ 八面体组成, 晶胞平行迭置。蒙脱石八面体中的 Al^{3+} 或四面体中的 Si^{4+} 部分或全部被其它阳离子置换(晶体结构单元层内四次配位的 Si 被 Al 代替, 六次配位的 Al 被 Mg^{2+} 和 Fe^{2+} 等代替)而产生负电荷, 由层间可交换的阳离子(Na^+ 和 Ca^{2+})来补偿。晶层中存在的阳离子在一定条件下可以相互取代。它们的交换规律一般是: 蒙脱石悬浮液中, 浓度

高的阳离子可以交换浓度低的阳离子。因此, 蒙脱石具有很强的吸附力和离子交换性。一般钠质蒙脱石较钙质蒙脱石的物理化学性质和工艺性能优越, 主要表现在: 吸水速度慢, 但吸水率和膨胀倍数大; 阳离子交换量大; 在水介质中分散性好。钠质蒙脱石可以分离成单个晶胞, 所以钠质蒙脱石的胶质价高; 它的胶体悬浮液触变性、粘度、润滑性好, pH 值高; 热稳定性好, 在较高温度下仍能保持其膨胀性能和一定的阳离子交换量; 有较强的粘结性和较高的可塑性; 它和水、泥或砂等细碎屑物质的掺合物具有高水强度、热湿拉强度和干压强度等特点。本文

* 收稿日期: 2003-11-18; 修回日期: 2004-03-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50172038)

作者简介: 余国文(1972-), 男, 湖北汉川人, 硕士研究生。主要从事水污染控制与环保材料的研究。

采用改性的钠基蒙脱石,研究了钠基蒙脱石对水溶液中 Cu^{2+} 的吸附作用,为其在环境保护中的应用提供一条有效途径。

1 实验部分

1.1 实验材料

本实验采用经改性的钠基蒙脱石;制备 CuCl_2 标准液所用 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的纯度为 99.0%;其他试剂均为分析纯以上规格,所用水为蒸馏水。

1.2 实验方法

用 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (99.0%) 分别配置一系列浓度的 Cu^{2+} 标准溶液备用。准确称取一定量经研磨的改性蒙脱石加入预先配制的一定浓度 Cu^{2+} 水溶液中,调节 pH 值,在充分搅拌一定时间后静置,待固体悬浮物完全沉淀后,取上清液,用原子吸收分光光度法测定其中 Cu^{2+} 含量,计算改性蒙脱石的 Cu^{2+} 吸附量。

2 结果与讨论

2.1 Cu^{2+} 初始浓度的影响

溶液在室温、自然 pH 值条件下,吸附时间 50min。由实验得知,随着溶液 Cu^{2+} 初始浓度的增加,钠基蒙脱石对铜离子的吸附量快速增加,但金属离子盐溶液浓度不宜太高,否则离子交换速度过快,会堵塞蒙脱石的孔道,或在蒙脱石表面形成沉淀,影响交换率。 Cu^{2+} 的浓度太大,钠基蒙脱石的聚集密度增大,同样也影响离子交换。由图 1 可知, Cu^{2+} 初始浓度以 0.1mol/L 以下为宜。

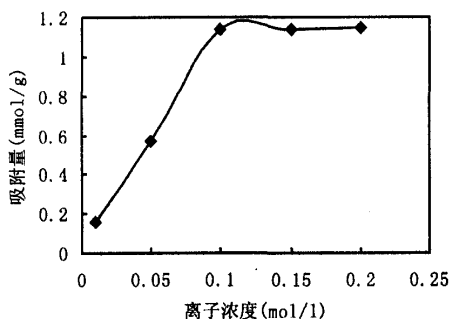


图1 离子浓度与吸附量的关系

2.2 pH 值的影响

溶液在室温下吸附时间 50min,离子浓度 0.1 mol/L。在 pH = 2 ~ 6 范围内调节溶液的 pH 值,其金属离子含量与 pH 值的关系见图 2。由图 2 可知,溶液的 pH 值对金属离子含量有较大的影响;在低 pH 值时,金属离子含量随 pH 值增大而增大,但 pH 超过一定值后,金属离子含量反而降低。溶液 pH 值低时,因溶液含有大量的 H^+ 会与交换液中的 Cu^{2+} 发生竞争,从而影响这些金属离子与钠基蒙脱石中的阳离子(例如 Na^+) 交换作用;pH 值高时,因溶液含有 OH^- 浓度大,会与 Cu^{2+} 形成沉淀,影响它们与钠基蒙脱石中的阳离子交换作用。因此,本实验中控制 pH 值在 3 ~ 5 范围。

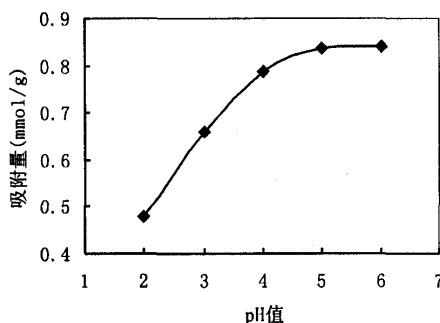


图2 pH值与吸附量的关系

2.3 磁场的影响

溶液在室温下搅拌反应 15min,离子浓度 0.1 mol/L。磁场可加速钠基蒙脱石在水溶液中分散过程,促进钠基蒙脱石对溶液中 Cu^{2+} 的吸附,有利于离子交换反应的发生。由图 3 可知,随着磁场强度的加大,钠基蒙脱石对水溶液中 Cu^{2+} 的吸附量线性增加。

2.4 反应时间的影响

在室温下, Cu^{2+} 浓度 0.1mol/L,pH 值为自然条件。改变反应时间,所得钠基蒙脱石吸附量与反应时间的关系如图 4。反应前 20min,水系中钠基蒙脱石与 Cu^{2+} 的吸附和离子交换速度很快;随着反应时间的延长,钠基蒙脱石对 Cu^{2+} 的吸附与离子交换速度减慢,逐渐趋于平衡状态。根据图 4 可知,最佳反应时间为 50min。

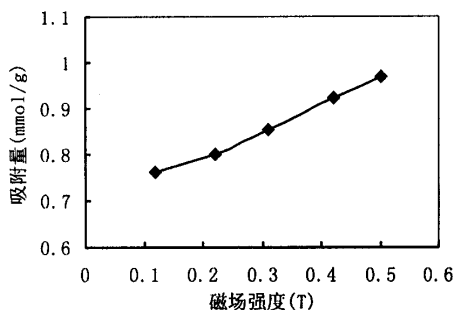


图3 磁场与吸附量的关系

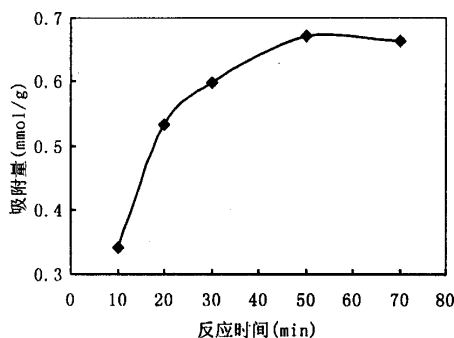


图4 吸附量与反应时间关系

3 结论

钠基蒙脱石对水溶液中 Cu^{2+} 有很强的吸附与离子交换性能。较佳反应条件为: Cu^{2+} 初始浓度为 0.1 mol/L , pH 值范围为 $3 \sim 5$, 反应时间为 50 min ; 磁场能促进钠基蒙脱石对水溶液中 Cu^{2+} 吸附, 并且随着磁场强度的增强, 钠基蒙脱石对水溶液中 Cu^{2+} 的吸附量呈线性增加。

参考文献:

- [1] 王鸿禧, 膨润土[M]. 北京地质出版社, 1980, 1-17.
- [2] Siantar D P, Fein berg B A and Fripiat J J. Interaction between organic and inorganic pollutant in the clay interlayer [J]. Clays and Clay Min. , 1994, 42(2): 187-196.
- [3] Stadler M and Schindler P W. The effect of dissolved ligands upon the sorption of $\text{Cu}(\text{II})$ by Ca-montmorillonite [J]. Clays and Clay Min. , 1993, 41(6): 680-692.
- [4] 何宏平, 郭九皋, 谢先德, 等. 蒙脱石等粘土矿物对重金属离子吸附选择性实验研究[J]. 矿物学报, 1999, 19(2): 231-235.
- [5] 刘新锦等. 磁场对高岭土合成 4A 沸石成胶过程的影响[J]. 厦门大学学报, 1997, 36(1): 71-74.

我国锂基膨润土生产现状

锂基膨润土是采用天然膨润土经碳酸锂改性而成, 既具有钠基膨润土浸水水化膨胀性能, 又具有有机膨润土特性, 在水和极性有机溶剂如乙醇中均能溶解成胶体或充分溶胀使涂料的粘度增强。适用于水基涂料、耐火基料涂料作增稠剂、悬浮稳定剂, 使涂料粘度增大并在基料粒子表面形成溶剂化薄膜及立体网络结构以支撑和阻止颗粒下沉。这种涂料涂刷在冶金铸造砂型表面, 由于溶剂乙醇易挥发能很快形成干的薄膜层, 既可保护砂型又可使铸件更为光洁。

我国锂基膨润土生产厂家主要有: 新疆雪山化工有限公司(牌号 XST-97、XST-100)、辽西粘土科技开发有限公司(原富山石粉厂)、绵阳市光华福利企业有限责任公司四川三台光华膨润土有限公司、河南省信阳申光膨润土有限公司、成都市胜迪膨润土有限公司(成太牌)、浙江安吉立吴特种膨润土厂(立吴)、天津市华镇工贸有限公司。

锂基膨润土产品具有很好的物理化学性能, 在水中的分散性、膨胀性及低失水性均优于同类钠基膨润土; 经少量水润湿后, 在醇溶液中具有极高的膨胀性、增稠性和悬浮稳定性; 具有一定的湿态、干态粘结性; 使用范围广, 可适用水基、醇基以及其它极性溶剂制作的涂料中; 该产品制作的涂料发气量低, 触变性及涂挂性能好, 涂料粘度稳定, 不易沉淀, 储存期长; 产品为无毒无味的白色固体粉状, 使用方便; 加入量少(根据涂料比重, 一般用量 $1\% \sim 2\%$), 价格便宜。

锂基膨润土主要用于各种精密铸造业的醇基涂料悬浮剂、抗夹砂粘结剂及多种陶瓷彩釉涂料中, 用作基料的悬浮剂、触变剂、抗沉淀剂。用于乳胶漆等日用化工中, 用作悬乳体和膏体的触变剂、乳胶稳定剂、较强极性油溶剂中的增稠剂, 还可用作织物上浆料。

韩秀山 供稿