

近年来水污染处理领域中对铜离子吸附的新进展

吴玉婷

安徽省巢湖管理局河道和工程管理处

DOI:10.32629/eep.v2i9.430

[摘要] 水源水中所含的重金属离子一旦被人饮用将对人体造成严重的伤害,在其他用水领域也将引起各类不良后果,针对这一现状,专家学者均在努力开发新材料、新技术以及新方法处理水体中的重金属离子,以做好对水质量的把关,为社会生产生活提供尽可能优质的用水。其中,吸附是一个重要的发展方向,在此方面,进行最多的是对新的吸附材料和复合材料的探索和研究。

[关键词] 吸附; 铜离子; 生物

随着世界人口的不断增长以及生产力、生产技术的不断发展,用水量不断增加,水污染现象也越来越严重,而与此相悖的是,人类对水资源的要求不断提升,导致水资源紧缺且水资源的质量难以满足人类需求。在我国,虽然水的总量较为可观,但是人均水量相对于世界多数国家而言较低,因此,加强水资源保护的任务十分迫切。

在水源水所含杂质中,重金属是不容忽视的一项。而铜离子作为重金属离子中常见的离子之一,因其能使蛋白质变性,失去生理活性,当它进入人体达到一定量时可能出现恶心、呕吐、上腹疼痛、急性溶血和肾小管变形等中毒现象,甚至损伤肝脏。同时,在一些制造行业中,对水质的要求很高,不得含有过量的铜离子。这就使得在给水过程中有效去除铜离子格外必要。这里,对近年来污水处理时针对 Cu^{2+} 的吸附,专家学者所作出的探索、研究进行了总结。

1 吸附法的概述

吸附法处理水中的重金属主要是根据吸附材料的比表面积大的结构特点或者特殊功能基团对污水中的铜离子进行物理吸附或者化学吸附。目前用于吸附法的材料种类很多,如:活性炭、生物吸附剂、壳聚糖、改性粉煤灰等。

1.1 活性炭

活性炭作为多孔性的非极性吸附剂,每1g活性炭表面积可以达到1000平方米,其巨大的表面积为其良好的吸附性能提供了保障。活性炭对重金属离子的吸附机理目前被认为主要是重金属离子在活性炭表面的离子交换吸附、重金属离子与活性炭表面的含氧官能团之间的化学吸附以及重金属离子在活性炭表面沉积而发生的物理吸附^[1]。

觉按照规定将固体废弃物分类和处理,避免随意丢弃垃圾污染生态环境,带来更大的生态效益。

4.3 加强城市绿化建设

节能减排技术在生态城市建设中应用,在满足实际需要基础上,优化资源配置,提升资源利用效率,带来更为可观的经济效益和生态效益。如,在照明技术方面,当前涌现出很多高效、省点的灯管,相较于以往的白炽灯耗电量更少,更加安全可靠。通过节能减排技术的合理运用,在政府主导下增加投入力度,积极推动环境工程建设,充分发挥节能减排技术优势,创造可观的生态效益。加强城市绿化建设,增加城市的植被覆盖率,可以改善城市空气质量,构建环境友好型社会。

5 结论

综上所述,在社会经济持续增长下,如何构建环境友好型社会,一个重要内容则是增加资金投入力度,积极推动环境工程建设。通过节能减排技术的灵活运用,实现资源的合理配置和利用,在推动经济增长的同时,降低

1.2 生物吸附剂

生物吸附可以相对有效地去除水中重金属,生物吸附有以下几个优点:材料来源广、价格低廉、在低浓度下($<50\text{mg/L}$)处理金属离子效果好、吸附量大、易解吸、易操作、成本低^[1]。但是生物吸附剂也存在它特殊的局限性,在处理时实时监测和调节待处理水的理化性质很重要。

1.3 电吸附

电吸附是根据水中的大多数重金属离子以离子状态或带电粒子存在,在直流电场的作用下,水的阴阳离子及带电粒子就会向阳阴极转移,从而将水中的重金属离子分离出来。

1.4 壳聚糖

壳聚糖是甲壳素经脱乙酰化的产物,又称脱乙酰甲壳素,是一种聚氨基葡萄糖线性高分子物质。由于其对许多物质有螯合吸附作用,其分子中的氨基和氨基相邻的羟基与许多金属离子,如 Hg^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Ag^{+} 等,能形成稳定的螯合物,因此可将其可以用于污水中重金属的处理。

2 Cu^{2+} 处理的效果和性能的研究

2.1 固定化活性污泥对 Cu^{2+} 的吸附

在涂勇等用活性污泥对 Cu^{2+} 的吸附性能的实验中,采用包埋法活性污泥,研究了其对 Cu^{2+} 的净化效果。用制备的海藻酸钠固定化均匀小球(CA小球),对重金属进行吸附实验,分别测定底物浓度发生变化、pH变化、温度变化时水中 Cu^{2+} 的浓度变化。结果表明,当原水中 Cu^{2+} 离子浓度小于 40mg/L 时,残留浓度低,净水效果最好;当 $\text{pH}<3$ 时吸附量随pH值的降低而明显下降,当 $\text{pH}>3-6$ 的范围时,吸附量的变化不明显,达到最高并趋向不变;吸附量随温度的升高有所增加;通过吸附等温曲线和动态吸附实验,证明

资源损耗和环境污染。

[参考文献]

- [1] 荣占峰.关于环境工程建设在生态城市中的应用研究[J].环境与发展,2019,31(07):206+208.
- [2] 李炎军.生态城市视域下城市环境工程建设的思考[J].绿色科技,2019,10(12):179-180.
- [3] 米洁.环境工程与生态工程的复合体系发展研究[J].环境与发展,2018,30(12):254+256.
- [4] 古银旺.环境工程建设技术在生态城市中的有效应用[J].化工管理,2018,22(19):169.
- [5] 陈小玲.城市污水处理在环境保护工程中的重要性分析[J].农家参谋,2018,31(12):203.
- [6] 张敏.生态城市中环境工程建设存在的问题和完善措施[J].资源节约与环保,2016,23(06):210.

该材料对铜离子的吸附能力最强。另外,用0.01mol/L的HCl可以将吸附后的CA球的解吸率达到90%以上^[2]。本实验可以实现工艺自动化、连续化、提高细胞的稳定性和反应效率,解吸时采用的物质HCl方便易得,解吸率也颇为可观,可以实现反复多次使用,从而使水处理的成本降低、提高了经济效益。

2.2 复合材料对Cu²⁺离子的吸附

王湖坤等人对粉煤灰-壳聚糖复合材料制备时的最佳配比进行了探索,并对所制备产品吸附重金属离子的效能进行了研究,确定了当壳聚糖与粉煤灰质量比为0.08:1、乙酸浓度为4%、液固质量比为0.6:1时所制成的颗粒材料吸附效果最佳^[3]。实验对反应时间、反应温度、吸附材料用量分别控制,从而得出结论:当复合颗粒吸附材料用量为0.025g/mL,吸附时间为60min,温度为25℃时,Cu²⁺的去除率达到99.25%,效果显著。用1mol/LNaCl溶液对吸附饱和复合颗粒吸附材料进行再生后,对Cu²⁺的吸附容量达到新制复合颗粒吸附材料的99.66%,具有再利用价值^[4]。本实验采用的材料的优势在于:粉煤灰-壳聚糖复合材料对工厂废水可直接进行处理,既降低处理成本又快速高效,另外其对重金属离子尤其是Cu²⁺优良的吸附效果显著,再生方便、成本低廉、效果上佳。

孙长顺等人在无机柱撑膨润土上对EDTA络合铜的吸附进行了研究。利用天然膨润土、羟基铁和羟基铁铝柱撑膨润土研究了溶液中EDTA与Cu²⁺的摩尔比、pH、吸附时间对吸附的影响以及吸附等温线的变化规律。结果表明,在吸附过程中,达到吸附平衡需要1小时,最佳pH值为6-8之间,EDTA络合铜在膨润土的分配系数随着溶液中EDTA与Cu²⁺的摩尔比的增加而减少,当摩尔比>2时,分配系数趋于稳定,吸附作用最强和吸附容量最大的是羟基铁铝膨润土。

2.3 生物吸附剂对Cu²⁺的吸附

杜伟的研究小组采用胞外聚合物(EPS)对Cu²⁺、Cr³⁺和Ni²⁺的吸附进行研究。EPS含有带负电荷的功能基团(如羧基、羟基、氨基等),可与重金属离子相互作用而达到吸附效果。实验从污泥中提取EPS,加入重金属离子溶液中,调节pH值并振荡后进行实验得到EPS对各重金属离子的吸附情况。结果表明:当pH为4时对Cu²⁺的去除率达到最高(96%),当pH值继续升高时,对Cu²⁺离子的去除率先下降后上升;EPS吸附Cu²⁺的适宜投加比为(1.8:1),吸附容量为0.51mg/mgEPS^[5]。在一定范围内,对这Cu²⁺离子的去除速率随EPS投加量的增加而快速提高。当EPS的投加量为1.40mg时,对Cu²⁺去除率达到最大为94.2%,去除量为0.47mg^[5]。

茱荣的研究组进行的实验是真菌(*Aspergillus* sp.)吸附Cu²⁺的研究。从含铜废液中分离、纯化得到细菌和霉菌各1株,经培养后,制成生物吸附剂后进行实验。得出结论:曲霉对Cu²⁺的吸附能力较强且操作方便;起始Cu²⁺浓度小时吸附率高而吸附量低,起始Cu²⁺浓度大时吸附率低而吸附量

高;45min时为最佳吸附时间;一定范围内随着pH增大,吸附率和吸附量逐渐升高;随温度升高,吸附率和吸附量缓慢增加,选择30℃作为实验的优化条件;随着吸附剂的用量加大,吸附率提高;摇床的最佳转速为150r/min;经过1mol/LNaOH煮沸60min预处理后的吸附剂吸附能力最强,与未经预处理的吸附剂相比,吸附率提高27.74%^[6]。

2.4 与膜技术结合

李艳玲等人研究了聚合物强化超滤处理水中铜离子,将高分子聚合物壳聚糖(CTS)加入含铜溶液中,经恒温搅拌均匀静置后,经超滤系统过滤,滤出液收集在槽内,用萃取光度法测定Cu²⁺的浓度并得出结论:随着初始pH值的升高,去除率逐渐升高,当pH达到6时,铜去除率达到97.7%;随着CTS用量的增加,铜去除率也随之增加,当壳聚糖浓度大于0.15g/L时,铜离子的去除率趋于稳定;铜去除率随着时间的增加而增大;当溶液反应时间达到60min后,铜的去除率趋于稳定,此时壳聚糖与铜的反应达到平衡^[7]。壳聚糖在低能耗下可选择去除金属离子和小分子,降低了运行费用,提高了分离效率,可达到可持续发展工艺的要求。

3 结语

在当前环境现状下,对水中重金属离子的处理使用吸附还是一个有很大发展空间的学术领域。在这方面,仅仅做到去除重金属离子这一点是远远不够的,如何使得工艺最简化、成本最低化是一个核心问题,如果可以将“以废治废”的观念投入实际治理中,将是一个质的提高。除此之外,尽可能地提高吸附材料的再生率,将对吸附材料的使用提升到最大化,也是很值得研究的一个方向。

[参考文献]

- [1]王丽苑,李彦锋.重金属微污染水体的处理技术及应用研究进展[J].环境工程,2009,(27):96-99.
- [2]涂勇,张洪玲.固定化活性污泥吸附重金属离子的试验研究[J].环境科学与技术,2004,27(6):25-43.
- [3]王湖坤,贺倩,韩木先.粉煤灰/壳聚糖复合材料制备及处理含重金属工业废水的研究[J].离子交换与吸附,2010,26(04):362-369.
- [4]孙长顺,金奇庭,秦莉红,等.EDTA络合铜在无机柱撑膨润土上的吸附研究[J].环境工程学报,2007,1(9):131-135.
- [5]杜伟,孙宝盛,吕英.胞外聚合物对Cu²⁺、Cr³⁺和Ni²⁺的吸附性能研究[J].中国给水排水,2007,23(13):98-101.
- [6]茱荣,裴明军,史银,等.真菌(*Aspergillus* sp.)吸附Cu²⁺的研究[J].中国环境科学,2003,23(3):263-266.
- [7]李艳玲,吴立波,王薇,等.聚合物强化超滤处理含铜废水[J].环境工程学报,2009,3(4):695-698.