

植酸在水处理方面的应用

刘西德, 陈德强

(曲阜师范大学化学科学学院, 山东 曲阜 273165)

摘 要: 植酸为有机大分子化合物,对金属离子具有较强的络合性能。介绍了以麦麸为原料制取植酸的操作方法,讨论了影响植酸络合能力的因素,研究了不同条件下植酸的络合能力和阻垢、除垢性能,确定了植酸作为水处理的使用条件和方法。

关 键 词: 植酸; 络合能力; 阻垢剂

中图分类号: TK 228 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0935(2005)04-0162-02

目前,水处理多数使用无机盐类沉淀水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子,利用絮凝剂、扩散剂等使其沉降,达到锅炉用水除垢、阻垢的目的,但其使用效果并不理想。从粮食作物中提取的天然有机化合物植酸,亦称为环己六醇六磷酸酯,具有特殊的分子结构和化学性质,利用其与金属离子(特别是对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子)较强的络合能力及容易形成稳定络合物的特性,作为水处理的除垢、阻垢剂,具有特殊的效果。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

实验原料为干燥麦麸;试剂为:氨水,盐酸,EDTA,三乙醇胺,铬黑 T 指示剂均为分析纯。实验仪器为:WMZK-01 温度控制器;GC-1 型蒸汽发生器(中南大学化机厂);QFQ-5B 全自动蒸汽发生器(无锡斯利斯特有限公司);FA2004N 电子天平(上海精密科学仪器有限公司);202-2AB 电热恒温干燥箱(天津泰斯特仪器有限公司);PHS-4A 型实验 PH 计(上海雷磁仪器厂),CS501 型超级恒温槽。

1.2 植酸的提取

选用淀粉含量较少且干燥的麦麸加水,用 0.5 mol/L 的盐酸调 pH 值至 2 浸泡,然后过滤,滤液用氨水调节 pH 值至 11.0 左右,然后压滤,水洗,得到粗的淡黄色植酸铵沉淀。将植酸铵沉淀用水

洗涤至洗液无色,按固液比 1:10 加入 3% 的盐酸溶液,加热并搅拌使其完全溶解,过滤除去杂质。将滤液经过强酸性阳离子交换树脂,交换完毕稀的植酸溶液进行浓缩,加入活性炭脱色,最后浓缩至植酸含量为 50%,即为成品。

1.3 植酸络合能力试验

取 40 kg 自来水,利用 0.099 2 mol/L 的 EDTA 标准溶液,铬黑 T 为指示剂,取水样 100 mL 进行硬度分析(按 CaCO_3 计含量为 392 mg/L),然后分别进行不同 pH 值、不同温度及不同加热时间植酸络合能力的试验,根据试验结果,确定植酸的最佳络合能力时的实验条件。

1.4 植酸阻垢、除垢性能试验

利用植酸对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子较强的络合能力,作为低压锅炉水处理的络合剂,在调节剂(主要是调节锅炉用水的 pH 值、避免锅炉腐蚀的缓蚀剂和预膜剂等组成)的作用下,配制成低压锅炉水处理阻垢剂,在低压锅炉(蒸汽发生器)中进行试验。使用时首先加入调节剂,然后加入植酸,控制一定的温度,改变水的 pH 值,分别测定不同 pH 值时水的硬度,以确定植酸络合能力最强时的 pH 值;再在一定的 pH 值下,改变水的温度,确定植酸最佳络合能力时的操作温度。植酸与锅炉水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子形成的络合物沉淀为白色絮

收稿日期: 2005-02-21
作者简介: 刘西德(1960-),男,副教授。

状,该沉淀物具有结构松散,性质稳定不易分解,不粘结炉壁易排除,无毒、无污染的特性,易于随锅炉排水而排出。

2 结果与讨论

2.1 温度对植酸络合能力的影响

植酸的络合能力受温度影响变化较大,实验结果表明,随着温度的增加,植酸的络合能力显著提高,但在不同温度时植酸的络合能力差别较大,温度在 20~60 时,植酸的络合能力较强,水的硬度下降明显;在 60~90 之间,硬度降低的比较缓慢;温度超过 90 时,植酸对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离

子的络合能力随着温度的增加而显著提高,水的硬度显著降低;温度达到 120 时,植酸对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子的络合能力很强,这时用极少量的植酸,就可以与自来水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子发生反应,使 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子生成络合物而除去,使水的硬度小于 3 mg/L(以 CaCO_3 计),完全达到锅炉用水(GB1576-1996)的要求。而不添加植酸阻垢剂的自来水,其硬度虽然随温度的增加呈减少趋势,但变化缓慢,且随着加热温度的提高和加热时间的延长, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子易形成水垢,粘附在炉壁上,难以除去,使传热效果和锅炉的使用寿命受到影响。

表 1 加入植酸阻垢剂水样及自来水硬度随温度变化实验结果(pH 值为 9.2 时)

温度/	20	40	60	70	80	90	100	110	120
自来水硬度(以 CaCO_3 计)/(mg L^{-1})	392	278	263	261	186	146	82	67	60
加入阻垢剂水样硬度(以 CaCO_3 计)/(mg L^{-1})	273	186	132	119	108	97	45	4.7	1.8

2.2 pH 值对植酸络合能力的影响

取 40 kg 自来水加入 2.521 2 g 植酸(含量 50%),9.2 g 调节剂,搅拌混合均匀,制成待测水样,测定不同 pH 值时对植酸络合能力的影响,实验结果表明,随着 pH 值的增加,植酸的络合能力提高,但是不同 pH 值时对植酸的络合能力影响不同,pH 值小于 7 时,pH 值对植酸的络合能力影响不大;pH 值在 7~8.5 的范围内,植酸对 Ca^{2+} 、

Mg^{2+} 离子的络合能力随着 pH 值的增加而提高;pH 值在 9.0~9.5 的范围内,植酸对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子的络合能力达到最大,若 pH 值大于 10 时, Mg^{2+} 离子易于生成白色的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀,该沉淀容易粘附在器壁上,结成难以除去的水垢,所以植酸对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子的络合反应的 pH 值控制在 9.5 左右为宜。而自来水的硬度随 pH 的增加也呈现下降的趋势,但变化不是很大。

表 2 不同 pH 值时加入植酸阻垢剂待测水样及自来水的硬度变化实验结果

pH 值	4.01	5.07	6.05	7.10	8.11	8.58	9.02	9.20	9.40
自来水的硬度(以 CaCO_3 计)/(mg L^{-1})	389	374	350	322	305	288	263	242	239
加入阻垢剂水样硬度(以 CaCO_3 计)/(mg L^{-1})									
60	222	217	230	228	218	206	110	86	69
80	238	232	235	232	223	144	69	58	52
90	256	249	246	218	152	117	53	46	37

2.3 加热时间对植酸络合能力的影响

加热时间对植酸的络合能力有一定的影响,实验结果表明,同一加热温度时,加热时间越长,络合反应进行的越充分,水的硬度降低越明显,同一加热温度下,加热时间低于 1 h,植酸络合反应不完全,加热时间控制在 3 h 左右,植酸络合反应将进行的非常完全、充分。

3 结论

国内水处理的化学药物方法虽然较多,但水

质处理效果并不十分理想,锅炉排水中含有营养物质较多,对环境造成一定的危害;而低压锅炉采用离子交换法进行水处理,虽然效果较好,但运行成本较高。利用植酸配制的低压锅炉阻垢剂具有阻垢、除垢、防腐蚀及阻止菌藻类生长的效果,且无毒、无味、无污染,化学性质稳定,植酸与水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子及其他金属离子,在 pH 值为 9.5,温度为 120 时,具有良好的络合性能,络合生成的物质为白色絮状沉淀,具有结构松散,不粘炉壁易于排除的特性,操作使用简便,用量少,水处理

成本低,在低压锅炉水处理的阻垢、除垢方面具有其特殊的功能。

表 5 不同加热时间时水的硬度变化实验结果

pH 值	9.01	除垢 比例/ %	9.32	除垢 比例/ %
开始时水的硬度(以 CaCO ₃ 计) / (mg L ⁻¹)	438.2		446.4	
加入植酸(含量 50 %)/ g	5		5	
加热温度/	120		120	
加热 30 min 硬度(以 CaCO ₃ 计) / (mg L ⁻¹)	122.6	72	78.12	82.5
加热 1 h 硬度(以 CaCO ₃ 计) / (mg L ⁻¹)	59.16	86.5	43.75	90.2
加热 2 h 硬度(以 CaCO ₃ 计) / (mg L ⁻¹)	36.8	91.6	15.18	96.6
加热 3 h 硬度(以 CaCO ₃ 计) / (mg L ⁻¹)	25.42	94.2	1.79	99.6

参 考 文 献

- [1] 夏明珠,雷武,王风云,等.水基液压介质多功能添加剂的研制[J].化学世界,2003,44(2):69-71
- [2] 周和平.植酸在金属表面处理中的应用[J].电镀与环保,2003,2(23):23-25
- [3] 李建秀,王树清,景丽杰,等.吸附法制取植酸钠的工艺研究[J].化学世界,1998,38(10):518-519
- [4] 崔培英,孙启祥.利用米糠、麦麸制备植酸的研究[J].枣庄师专学报,2002,19(5):42-43
- [5] 李本高.现代工业水处理技术与应用[M].北京:中国石化出版社,2004.6
- [6] 郑书忠.循环冷却水水质及水处理剂标准应用指南[M].北京:化学工业出版社,2003.10

Application of the Plant Acid in Dealing with Water

LIU Xi-de, CHEN De-qiang

(College of Chemical Science, Qufu Normal University, 273165, Qufu, Shandong, PRC, China)

Abstract: As a kind of organic macromolecular compound, the plant acid have greatly complex ability with metals ions. The operating methods on preparing plant acid were introduced with wheat bran. The influence factors of plant acid complex ability were discussed. Complex and preventing scale ability were studied by the experiment. In addition, the methods and application conditions on dealing with water were determined.

Key words: Plant acid; Complex ability; Preventing scale agent

(上接第 161 页)

填料上可以有效地降低 SVI,减轻污泥膨胀;

(3) 膜法生物反应器中生物浓度和种类均高于普通的曝气池反应系统,同时,在低泥龄时可以阻止生化系统曝气池中硝化菌的流失,提高系统硝化能力。因此,对 COD_{Cr} 和氨氮以及总氮的去

除效果方面均好于普通的曝气池反应系统,在高负荷时尤为明显。

参 考 文 献

- [1] 高廷耀.水污染控制工程.高等教育出版社,1989
- [2] 徐亚同.废水中氮、磷的处理.华东师范大学出版社,1996

Study on Nitrogen Removal by Biofilm A/O Process

FENG Jing-wei, WANG Xiaodan, LIANG Yaru, LIU Yongsheng

(College of Environmental & biological, Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang 110142, China)

Abstract: Tests on nitrogen removal by biofilm A/O process were introduced in this paper. The results showed that HRT was less greatly by this device than activated sludge process. And the removal efficiencies of COD, NH₃-N and TN can be obtained 80%, 90% and 54% respectively under some conditions. It saves the cost much and gets the satisfactory removal efficiencies.

Key words: Biofilm; Padding; Nitrogen removal