

超重力技术强化吹出法提碘工艺实验研究

徐 魁, 廖吉星

(贵阳中化开磷化肥有限公司, 贵州 贵阳 550000)

摘 要: 对国内外提碘技术的主流工艺——空气吹出酸液吸收法的工艺特点及生产现状进行了分析。应用超重力强化提碘技术对 $I_2 - HPO_3 - H_2O$ 体系进行游离碘吹脱实验。在实验控制的参数条件下, 总碘浓度为 35 mg/L 和 45 mg/L 的氧化液单级吹脱率分别为 78.24% 和 91.27%。本研究结果对综合回收磷矿中伴生的超低品位碘资源有较大实用意义。

关键词: 碘; 超重力; 吹脱率; 填料床

中图分类号: TQ028

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2014)01-0037-04

引 言

碘是国家战略物资。碘资源属世界稀缺资源之一, 仅南美洲的智利碘硝石可以作为碘工业原料。由于缺乏碘矿资源, 世界碘工业总产量仅 $2 \times 10^4 \sim 3 \times 10^4$ t/a 左右。

碘是“智慧元素”, 是人体和植物必不可少的营养元素。我国是碘缺乏病高发地区, 市场需求碘约 3 000 t/a, 现有海带制碘能力仅 140 t/a 左右, 需大量进口。

工业磷矿主要是海相沉积生成矿。在漫长的海洋生物骨骼沉积成磷矿过程中, 富碘的海洋藻类植物死亡并赋存在磷矿中。全球已查明磷矿工业储量约为 5.0×10^{10} t^[1-2], 其中伴生的碘平均品位 30 mg/kg^[3], 过去一直作为“暂难利用”资源, 在磷肥生产过程中耗散。在磷化工企业中开展碘资源回收研究是一项利国利民的工作。

本研究采用超重力技术强化碘的吹出工艺^[4-5], 利用床层压降较小、传质效率高的旋转填料床对 $I_2 - HPO_3 - H_2O$ 体系进行游离碘吹

脱实验。实验装置具有占地面积小, 操作弹性大, 成本低, 安装维修方便, 易于工业化放大, 更有利于磷矿中伴生的超低品位碘资源回收新的生产线建立^[6-9]。

1 实 验

1.1 传统空气吹出工艺简介

传统空气吹出法制备碘的工艺见图 1^[10]。在含碘原液中通入氯气, 将碘离子氧化成游离碘, 用热风强力吹脱, 含碘空气再用含有 SO_2 还原剂的吸收液, 以碘氢酸的形式吸收, 吸收液经多次循环操作, 当碘浓度达到 20 波美度(约 150 g/L) 时, 进入析碘器, 经氧化处理后析出固体碘。

传统工艺吹出塔一般多为填料塔, 也使用泡沫塔。吸收塔大都为填料塔, 以玻璃棉或陶瓷环等作填料。空气吹出法适用于含碘较高的原料液, 一般要求原料液含碘大于 300×10^{-6} 。国内于 20 世纪 70 年代初利用此法对地下卤水进行提碘获得成功。我国是碘资源缺乏地区之一, 尽

收稿日期: 2013-08-19

作者简介: 徐 魁(1968-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事磷化工产品技术研发、管理工作。

通信作者: 廖吉星。Email: Liaoqx_02@126.com。

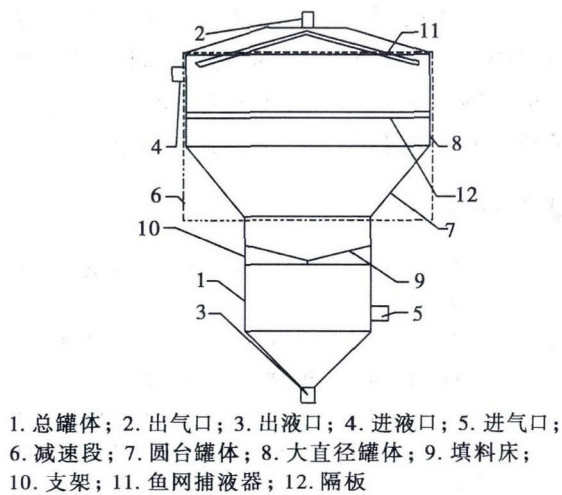


图 2 超重力技术提碘装置示意图

Fig. 2 Iodine production process of the supergravity technology

2 实验结果

实验采用自配的 $I_2 - HPO_3 - H_2O$ 体系作吹

脱原料,实验中考虑到各种复杂离子对碘溶解度的影响,因此,在该体系中添加了对某些盐溶液的考察。其主要成分范围见表 1。

表 1 $I_2 - HPO_3 - H_2O$ 体系主要成分
Table 1 Main components of $I_2 - HPO_3 - H_2O$ system

成 分	含 量 /%	成 分	含 量 /%
P_2O_5	23 ~ 26	MgO	1.6
Fe_2O_3	1.4 ~ 1.5	Fe_2O_3	0.6 ~ 0.8
F	1.5 ~ 1.7	SO_3	2.5 ~ 3.0
I_2	35.2 ~ 45.1 mg · L ⁻¹	固 含	<2
H_2O	余 量	密 度	1.35

实验采用聚丙烯阶梯环作填料。在室温 20 ~ 22℃ 条件下,将自配的 $I_2 - HPO_3 - H_2O$ 液 (总碘浓度 35.2 ~ 45.1 mg/L) 经旋转填料床在超重力因子为 0.570 ~ 0.619 的常压操作条件下,通过改变气液比进行实验。表 2 是部分实验结果。

表 2 超重力实验结果
Table 2 Results of the ore multicomponent test

编 号	超重力因子 β	总碘浓度 /mg · L ⁻¹	进气量 V /m ³ · h ⁻¹	进液量 v /L ³ · h ⁻¹	吹脱效率 η /%
1 - 1	0.570	35.2	0.400	5.72	78.24
1 - 8	0.590	38.5	0.407	5.81	79.92
2 - 1	0.596	40.7	0.410	5.85	82.28
2 - 4	0.599	42.3	0.422	6.32	88.65
2 - 6	0.619	45.1	0.442	6.03	91.27
2 - 6'	固定填料床	45.1	0.442	6.03	32.35

从表 2 中可以得出以下几点。

1) 随着超重力因子的升高,原液中游离碘的吹脱率逐渐增大。这是因为,在旋转填料床提供的超重力环境下,原液的湍动程度增大,系统中的液膜厚度、液滴尺寸均大为减小,缩短了游离溴在氧化液中的扩散距离,游离碘在的湍流中的扩散速率有了很大的提高,从而使得原液中的内层游离碘可以迅速到达外层液体表面。同时,超重力环境下原液的气液界面不断快速更新,相接触面积大大增加,总体积传质系

数提高,使游离碘短时间内与空气接触充分,传质过程得到强化,吹脱率得以提高。

2) 高碘浓度原液中游离碘的吹脱效果较显著,这说明超重力技术更有利于高碘浓度原液提碘。

3) 游离碘的吹脱效率随进液量(v)的增大,先增大,后有下降趋势,说明在实验控制的进液量范围内,要获得较高的吹脱效率,有必要控制好合适的气液比。

从表 2 中还可以看到,在同样的实验控制

条件下,采用固定填料床,碘的吹脱效率仅为 32.35%。显然,将超重力技术应用于碘的空气吹出工序,用较小的旋转填料床代替填料塔,可大幅提高游离碘的吹脱率,降低碘资源及能源的消耗,强化设备的生产能力。

3 结 论

1) 本实验从强化相间物质传递角度出发,提出了超重力场取代固定填料床作为空气吹出法中游离碘的分离装置来提高游离碘吹脱率的观点。通过对空气吹出法提碘工序设备改进,用超重力技术强化传递过程和微观混合的核心特性,增大了气液接触比表面积,降低了传质阻力,使得原液中游离碘从液相到气相的传质大大增强,气液相动力消耗降低。

(2) 旋转填料床具有高效传质性能,与固定床填料塔相比,可大大提高游离碘的吹脱率。旋转填料床体积小,其高度可为传统塔设备的 $1/5 \sim 1/10$,使液相输送设备的能耗大大降低。另外,超重力设备体积小,占地面积小,安装维修方便,成本低,易于工业化放大,有利于用于极低品位碘资源的提碘及新生产线的建立。

(3) 在同样的实验控制条件下,采用固定床填料床,碘的吹脱效率仅为 32.35%;而采用

超重力技术的旋转填料床,碘的吹脱效率高达 91.27%。显然,可用较小的旋转填料床代替固定床填料塔来大幅度提高游离碘的吹脱率,降低碘资源及能源的消耗,强化设备的生产能力。

参考文献:

- [1] 刘龙材. 贵州地质矿产资源[M]. 贵阳: 贵州教育出版社, 1999.
- [2] 张覃, 张杰, 陈有虎, 等. 贵州织金含稀土磷矿石选别工艺的选择[J]. 金属矿山, 2003(3): 23-25.
- [3] 龚美菱. 用化学物相分析测定某些单矿物的化学组成-化学物相分析研究论文集[C]. 西安: 陕西科学出版社, 1996.
- [4] 江善襄. 磷肥与复肥[M]. 第1版. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [5] 刘有智. 超重力化工过程与技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009: 75-115.
- [6] 钟秦, 王娟, 陈迁乔, 等. 化工原理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2001: 33-296.
- [7] 陈建峰. 超重力技术及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 74-174.
- [8] 谢国勇. 旋转填料床特性及吹脱氨氮废水研究[D]. 太原: 华北工学院, 2000.
- [9] 祁贵生, 刘有智, 王建伟, 等. 超重力法吹脱氨氮废水技术应用研究[J]. 煤化工, 2007(1): 61-63.
- [10] 陈冠荣. 化工百科全书, 第3卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998: 113-118.

Experimental Study of Extracting Iodine by Supergravity Technique

XU Kui, LIAO Ji-xing

(Guizhou Zhonghua Kailin Chemical Fertilizer Co., Ltd, Guiyang 550000, China)

Abstract: The process features and the present situation of iodine production using traditional air blow out process were studied in our experiments, supergravity iodine preparation technology applied in the extraction free iodine from $I_2-HPO_3-H_2O$ system. In the control parameters, the iodine extracting rates of liquid ingredients which total iodine concentration of 35 mg/L to 45 mg/L obtained to be 78.24% and 91.27%, respectively. It is practical significance that the results of this study to comprehensive of low grade iodine associated phosphate rock resources recovery.

Key words: Iodine; Supergravity; Blowing rate; Packed bed