

新型烷基羟膦酸 DX201 萃取镓性能研究

张 伟^{1,2}, 周科华³, 孙 昱⁴, 廖文讯¹, 张俊峰¹, 吴才贵^{1,5}

1. 深圳市中金岭南有色金属股份有限公司 丹霞冶炼厂, 广东 韶关 512325;
2. 江西理工大学 化学化工学院, 江西 赣州 341000;
3. 深圳市中金岭南有色金属股份有限公司, 广东 深圳 518040;
4. 武汉科技大学 化学与化工学院, 湖北 武汉 430081;
5. 昆明理工大学 冶金与能源工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要:研究了新型烷基羟膦酸 DX201 与 P204 组成的萃取体系在硫酸溶液中萃取镓的性能, 考察了萃取及反萃取条件对其萃取镓性能的影响, 并绘制了萃取与反萃取等温线。结果表明: 对于硫酸质量浓度为 20 g/L 的硫酸盐溶液中, 在有机相组成为 10%DX201+15%P204+75%260# 溶剂油、萃取相比 $V_O/V_A=1/1$ 、萃取温度 25 °C、萃取时间 15 min 条件下, 镓的单级萃取率为 97.52%; 采用 2.5 mol/L 稀硫酸溶液从负载有机相中反萃取镓, 在反萃取相比 $V_O/V_A=2/1$ 、反萃取温度 25 °C、反萃取时间 2 min 条件下, 镓的单级反萃取率为 94.21%; 用 DX201 进行 3 级逆流萃取镓, 萃取率可达 99.64%, 萃取性能稳定。

关键词: 烷基羟膦酸; P204; 萃取; 镓; 硫酸体系

中图分类号: TF804.2; TF843.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-2617(2024)06-0658-07

DOI: 10.13355/j.cnki.sfyj.2024.06.010

镓是重要的战略性金属矿产资源之一, 广泛应用于电子通讯、航天航空、医药卫生等高新技术领域^[1-3]。在自然界中, 镓主要以伴生形式赋存在铝土矿和铅锌矿中, 其在伴生矿中含量很低, 直接从原矿中回收成本很高, 因此工业上通常以冶炼副产物为原料, 从中进行二次提取, 以实现镓的综合回收^[4]。目前, 约 90% 的金属镓是从氧化铝冶炼过程中的铝酸钠循环母液中吸附分离回收, 其余 10% 左右的镓则是从煤粉和锌冶炼过程产生的浸出渣中回收^[5]。

萃取分离技术作为重要的分离富集工艺已得到广泛应用。目前, 应用于萃取镓的萃取剂种类较多, 按萃取剂的化学性质分主要为磷酸酯类萃取剂、羧酸萃取剂、羟膦酸螯合萃取剂等^[4-7]。其中, 磷酸酯类萃取剂又可分为酸性磷酸酯类和中性磷酸酯类萃取剂。酸性磷酸酯类萃取剂中以 P204、P507、Cynex272 研究最为广泛, 中性磷酸酯萃取剂主要为 TBP, 在高浓度盐酸体系中应用

较多^[8-14]。羧酸类萃取剂萃取时间长, 金属选择性差, 尚未见相关工业应用报道^[7-8]。羟膦酸类螯合萃取剂主要为烷基羟膦酸, 具有代表性的有 YW100、H106、7815、HGS98、G315 和 G8315^[14-18]。一般烷基羟膦酸在 H_2SO_4 体系中单独使用时, 镓萃取率较低, 不足 90%, 通常与 P204 协同萃取, 才能提升至 98% 以上。目前, 工业上普遍应用的羟膦酸萃取剂是 YW100 萃取剂。该萃取剂主要是 C_5-C_9 烷基羟膦酸, 存在易降解、水溶性大、稳定性差等问题, 造成萃取剂大量消耗, 制约了其工业化应用。为了满足镓等金属的高效萃取需求, 探寻一种新型、高效且稳定的羟膦酸萃取剂十分必要。DX201 是一种新型的烷基羟膦酸萃取剂, 其疏水基团为长支链分子结构, 羟膦酸基团所连碳原子位阻大, 该结构保留了 YW100 萃取剂的螯合性能, 具有水溶性小、凝固点低、黏度小、分相迅速等优点, 且由于位阻的缘故, 羟膦酸很难酸

收稿日期: 2024-04-25

基金项目: 国家重点研发计划项目(2021YFC2902802)。

第一作者简介: 张伟(1984—), 男, 硕士, 正高级工程师, 主要研究方向为湿法冶金及伴生资源回收。

通信作者简介: 孙昱(1975—), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为选矿药剂合成。E-mail: sunyuwh@126.com。

解,能极大地降低萃取剂水溶及酸解损失。因此,试验研究了采用 DX201 替代 YW100 萃取剂,探讨了其在硫酸体系中对镓的萃取性能,以期工业萃取富集分离镓提供一种可选择的萃取剂。

1 试验部分

1.1 试验原料、试剂及设备

试验原料:取自国内某锌冶炼厂,综合回收萃取除铁后料液,料液中硫酸质量浓度为 27 g/L,主要化学成分见表 1。

表 1 料液的主要化学成分 g/L			
Zn ²⁺	Ga ³⁺	Cu ²⁺	Fe ³⁺
28.64	0.56	32.10	0.01

试剂:DX201 新型羟肟酸萃取剂(羟肟酸浓度≥80%,自制),P204(工业级,洛阳中达化工有限公司),260[#] 溶剂油(工业级,洛阳中达化工有限公司),碳酸钠(分析纯,西陇化学试剂有限公司),浓硫酸(98%,分析纯,西陇化学试剂有限公司)。

设备:DGG-9053A 型恒温水浴振荡器(上海森信实验仪器有限公司),ICP-OES 型电感耦合等离子光谱发射仪(德国斯派克分析仪器公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 有机相的配制

量取一定体积 DX201 和 P204 萃取剂,分别置于烧杯中,加入 260[#] 溶剂油作为稀释剂,搅拌均匀后作为萃取有机相,备用。

1.2.2 萃取试验

按照试验设定的相比 V_O/V_A ,将料液与萃取有机相装入分液漏斗中,再按萃取试验条件放入振荡器中,在设定温度下混合振荡一定时间。反应结束后,测定萃余液体积和其中金属离子浓度,计算金属离子萃取率 E_1 。计算公式^[13]为

$$E_1 = \left(1 - \frac{\rho_{B1}V_1}{\rho_{B0}V_0}\right) \times 100\% \quad (1)$$

式中: ρ_{B0} —料液中金属离子质量浓度, g/L; ρ_{B1} —萃余液中金属离子质量浓度, g/L; V_0 —料液体积, mL; V_1 —萃余液体积, mL。

1.2.3 反萃取试验

按照试验设定的相比 V_O/V_A ,将配制好的反萃取剂与负载有机相装入分液漏斗中,再按反萃取试验条件置于振荡器中,在设定温度下混合振荡

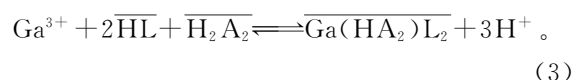
一定时间。反应结束后,测定反萃液体积和其中金属离子浓度,计算反萃取率 E_2 。计算公式为

$$E_2 = \frac{\rho_{B3}V_3}{\rho_{B2}V_2} \times 100\% \quad (2)$$

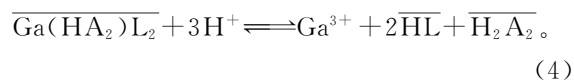
式中: ρ_{B2} —负载有机相中金属离子质量浓度, g/L; ρ_{B3} —反萃液中金属离子质量浓度, g/L; V_2 —负载有机相体积, mL; V_3 —反萃液体积, mL。

1.3 试验原理

将 P204 与 DX201 萃取剂组成协同萃取体系,可使 DX201 油溶性提升,从而提高镓萃取率^[19]。萃取反应方程式见式(3)。



采用硫酸作为反萃剂,可反萃取负载有机相中金属离子。反萃取反应方程式见式(4)。



式中: $\overline{\text{HL}}$ 代表 DX201 羟肟酸萃取剂, $\overline{\text{H}_2\text{A}_2}$ 代表 P204 萃取剂。

1.4 分析方法

溶液中硫酸浓度采用氢氧化钠容量法测定;水相中金属离子浓度采用电感耦合等离子光谱发射仪(ICP-OES)测定,有机相中离子浓度通过差减法计算^[14]。

2 试验结果与讨论

2.1 DX201 萃取镓

2.1.1 料液中硫酸质量浓度对萃取率的影响

萃取有机相组成 10% DX201 + 15% P204 + 75% 260[#] 溶剂油,萃取相比 $V_O/V_A = 1/1$,萃取时间 10 min,萃取温度 25 °C,采用浓硫酸碳酸钠调节料液硫酸质量浓度,料液中硫酸质量浓度对金属离子萃取率的影响试验结果如图 1 所示。

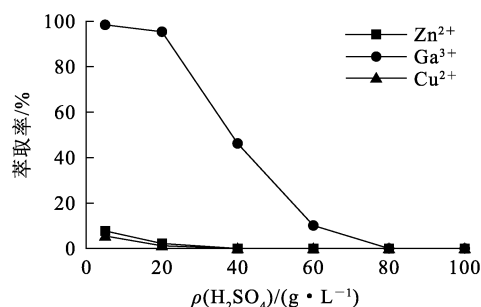


图 1 料液中硫酸质量浓度对金属离子萃取率的影响

由图 1 看出:镓离子萃取率随料液硫酸质量浓度升高而降低;硫酸质量浓度为 5 g/L 时,锌、铜、镓离子萃取率分别为 7.74%、5.52%、98.44%;硫酸质量浓度增至 20 g/L,镓离子萃取率缓慢降至 95.40%,锌、铜离子萃取率也有小幅下降;继续增大硫酸质量浓度,镓离子萃取率快速下降,而锌、铜离子萃取率保持稳定不变。主要原因是在硫酸体系中,随硫酸质量浓度下降,P204 萃取剂对金属离子的萃取能力逐渐提高。结合文献[20]可知,P204 萃取剂对金属离子的萃取顺序为 $Fe^{3+} > Zn^{2+} > Cu^{2+} > Ga^{3+}$,且在硫酸质量浓度小于 5 g/L 时,P204 对 Zn^{2+} 和 Cu^{2+} 萃取率较高^[20],镓与杂质离子不能彻底分离,进而会影响镓产品质量。因此,确定料液中硫酸质量浓度为 20 g/L。

2.1.2 DX201 体积分数的影响

料液中硫酸质量浓度 20 g/L,萃取相比 $V_O/V_A = 1/1$,萃取时间 10 min,萃取温度 25 °C,控制萃取有机相中 P204 萃取剂体积分数为 15% 不变,调节 DX201 和 260# 溶剂油体积分数,考察 DX201 萃取剂体积分数对金属离子萃取率的影响,试验结果如图 2 所示。

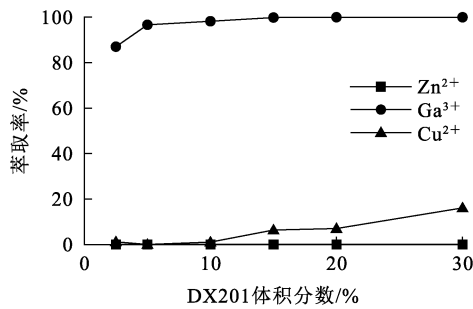


图 2 DX201 体积分数的影响

由图 2 看出:DX201 体积分数为 2.5% 时,镓离子萃取率为 86.99%,铜、锌离子基本不被萃取;DX201 体积分数增至 10%,镓离子萃取率达 98.21%;继续增大 DX201 体积分数至 30%,镓离子萃取率仅有小幅升高,但铜离子萃取率大幅升高至 16.06%。综合考虑,选择 DX201 体积分数为 10%。

2.1.3 P204 体积分数的影响

料液中硫酸质量浓度 20 g/L,萃取相比 $V_O/V_A = 1/1$,萃取时间 10 min,萃取温度 25 °C,控制萃取

有机相中 DX201 体积分数为 10% 不变,调节 P204 和 260# 溶剂油体积分数,考察 P204 体积分数对金属离子萃取率的影响,试验结果如图 3 所示。

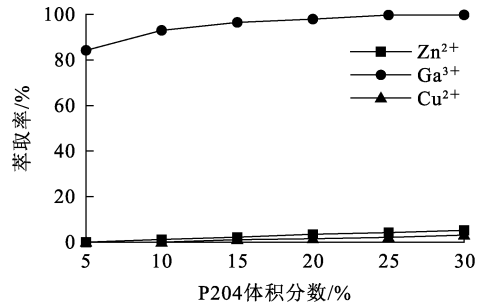


图 3 P204 体积分数的影响

由图 3 看出,P204 体积分数对镓萃取率影响较大:P204 体积分数由 5% 增至 15% 时,镓离子萃取率从 84.25% 升至 96.50%,仅少量锌、铜离子被萃取;继续增大 P204 体积分数,镓离子萃取率升高不明显,锌、铜杂质离子萃取率逐渐升高,导致萃取分相困难。综合考虑,选择 P204 体积分数为 15%。

2.1.4 萃取相比 V_O/V_A 对萃取率的影响

料液中硫酸质量浓度 20 g/L,萃取有机相组成为 15%P204+10%DX201+75%260# 溶剂油,萃取时间 10 min,萃取温度 25 °C,萃取相比 V_O/V_A 对金属离子萃取率的影响试验结果如图 4 所示。

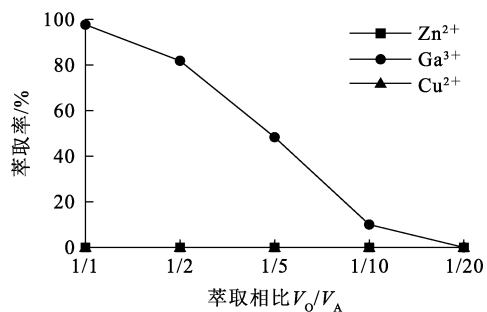


图 4 萃取相比 V_O/V_A 对金属离子萃取率的影响

由图 4 看出:随萃取相比 V_O/V_A 减小,镓离子萃取率呈下降趋势,而锌、铜离子基本不被萃取;相比 $V_O/V_A = 1/1$ 时,镓离子萃取率达最大,为 97.72%,相比 V_O/V_A 减小至 1/20 时,萃取有

机相接近饱和,影响镓离子的萃取。综合考虑,确定萃取相比 V_O/V_A 以 1/1 为宜。

2.1.5 萃取时间的影响

料液中硫酸质量浓度 20 g/L,萃取有机相组成为 15% P204 + 10% DX201 + 75% 260# 溶剂油,萃取相比 $V_O/V_A = 1/1$,萃取温度 25 °C,萃取时间对金属离子萃取率的影响试验结果如图 5 所示。

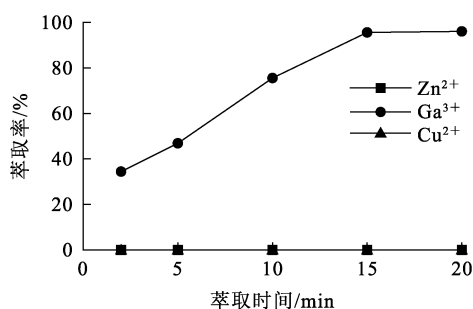


图 5 萃取时间对金属离子萃取率的影响

由图 5 看出:随萃取时间延长,镓离子萃取率升高,而锌、铜离子基本不被萃取;萃取时间 2 min 时,镓离子萃取率仅为 34.43%,延长萃取时间至 15 min 时,镓离子萃取率达 95.61%,继续延长萃取时间,镓离子萃取率变化不大。综合考虑,确定萃取时间以 15 min 为宜。

2.1.6 萃取温度的影响

料液中硫酸质量浓度 20 g/L,萃取有机相组成为 15% P204 + 10% DX201 + 75% 260# 溶剂油,萃取时间 15 min,萃取相比 $V_O/V_A = 1/1$,萃取温度对金属离子萃取率的影响试验结果如图 6 所示。

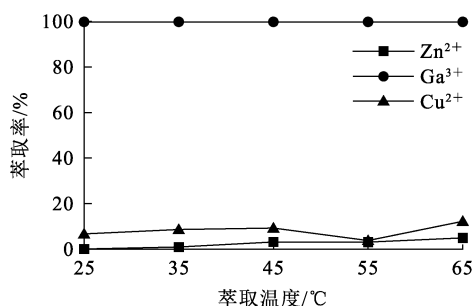


图 6 萃取温度对金属离子萃取率的影响

由图 6 看出:萃取温度对镓离子萃取率影响不大,萃取温度升至 25 °C 时镓离子萃取率即可达

99.80%;铜和锌离子萃取率随温度升高略有变化,萃取温度升至 65 °C,锌和铜离子萃取率升至 4.96% 和 12.24%。考虑到升高温度不利于镓与铜锌的萃取分离,同时有机相挥发损失会增大,因此,确定萃取温度以 25 °C 为宜。

2.1.7 镓萃取平衡等温线的绘制

采用 P204 + DX201 萃取体系在硫酸质量浓度为 20 g/L 料液中进行萃取时,氢离子浓度变化较小,因此,在 McCabe-Thiele 图解分析法中采用改变相比法绘制平衡等温线,最终确定多级逆流萃取级数。萃取有机相组成为 10% DX201 + 15% P204 + 75% 260# 溶剂油。选用镓质量浓度为 0.56 g/L 的料液进行萃取试验,控制萃取温度 25 °C、萃取时间 15 min、萃取相比 V_O/V_A 分别为 1/1、1/2、1/3、1/3.5、1/4.5,根据试验数据绘制 McCabe-Thiele 图和操作线^[12-16],结果如图 7 所示。可以看出:有机相中镓萃取容量为 1.52 g/L,萃取操作线选用流比 $O/A = 2.5/1$,镓的萃取通过理论 3 级逆流萃取,萃余液中镓质量浓度为 0.008 g/L,镓萃取率达 98.57%。

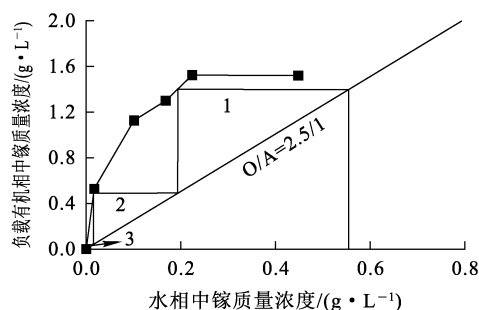


图 7 McCabe-Thiele 图和操作线

2.2 硫酸反萃取镓

2.2.1 硫酸浓度对镓反萃取率的影响

选用稀硫酸溶液反萃取负载有机相,负载有机相中 Ga 质量浓度 0.65 g/L,反萃取温度 25 °C,反萃取相比 $V_O/V_A = 1/1$,反萃取时间 10 min,硫酸浓度对镓反萃取率的影响试验结果如图 8 所示。可以看出:硫酸浓度为 0.5 mol/L 时,镓反萃取率为 14.51%;增大硫酸浓度至 2.5 mol/L 时,镓反萃取率接近 100.00%。考虑到酸浓度过高会破坏 DX201 萃取剂结构,导致其分解,因此,确定硫酸浓度以 2.5 mol/L 为宜。

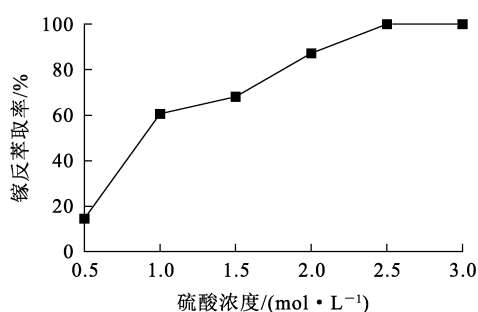


图 8 硫酸浓度对镓反萃取率的影响

2.2.2 反萃取时间对镓反萃取率的影响

反萃取温度 25 °C, 反萃取相比 $V_O/V_A = 1/1$, 硫酸浓度 2.5 mol/L, 反萃取时间对镓反萃取率的影响试验结果如图 9 所示。

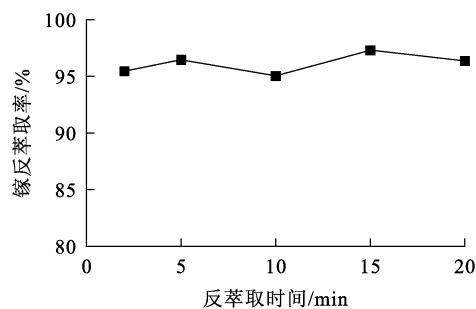


图 9 反萃取时间对镓反萃取率的影响

由图 9 看出:反萃取 2 min 时,镓反萃取率为 95.45%;继续延长反萃时间,镓反萃取率变化不大,基本保持稳定。综合考虑,确定镓反萃取时间以 2 min 为宜。

2.2.3 反萃取温度的影响

反萃取相比 $V_O/V_A = 1/1$, 反萃取时间 2 min, 硫酸浓度 2.5 mol/L, 反萃取温度对镓反萃取率的影响试验结果如图 10 所示。

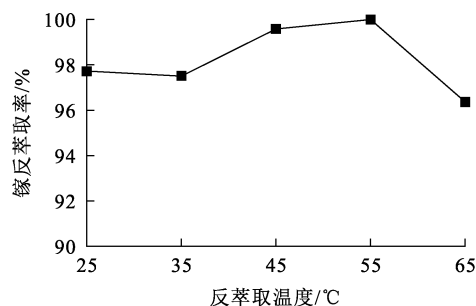


图 10 反萃取温度对镓反萃取率的影响

由图 10 看出:温度为 25 °C 时,镓反萃取率为 97.73%;温度升高至 45 °C 时,镓反萃取率为 99.59%;温度继续升高至 65 °C 时,镓反萃取率略有降低,为 96.37%。考虑到硫酸溶液中,温度过高会加快 DX201 萃取剂分解,最终导致萃取剂失效,因此,确定反萃取温度以 25 °C 为宜。

2.2.4 反萃取相比 V_O/V_A 的影响

反萃取温度 25 °C, 反萃取时间 2 min, 硫酸浓度 2.5 mol/L, 反萃取相比 V_O/V_A 对镓反萃取率的影响试验结果如图 11 所示。

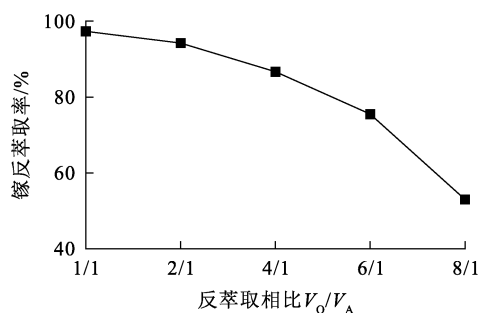


图 11 反萃取相比 V_O/V_A 对镓反萃取率的影响

由图 11 看出,随镓反萃取相比 V_O/V_A 增大,镓反萃取率逐渐降低:反萃取相比 $V_O/V_A = 1/1$ 时,镓反萃取率最大,为 97.31%; V_O/V_A 增至 2/1 时,镓反萃取率降至 94.21%,继续增大 V_O/V_A 至 8/1 时,镓反萃取率降至 53.07%。综合考虑,确定反萃相比 V_O/V_A 以 2/1 为宜,工业生产中可通过增加回流提高镓反萃取效率。

2.2.5 镓反萃取平衡等温线的绘制

试验采用改变相比法绘制镓反萃取平衡等温线。负载有机相中镓质量浓度为 0.65 g/L, 采用 2.5 mol/L 稀硫酸溶液作反萃剂进行反萃取试验,控制反萃取温度 25 °C、反萃取时间 2 min、反萃取相比 V_O/V_A 依次分别为 1/1、2/1、4/1、6/1、8/1, 根据试验数据绘制 McCabe-Thiele 图,按照流比 $O/A = 4/1$ 绘制镓反萃取等温操作线,结果如图 12 所示。可以看出:通过理论 2 级逆流反萃取镓,负载有机相中镓质量浓度降至 0.04 g/L,镓反萃取率达 93.85% 以上。因此,采用 2 级逆流反萃取镓即可。

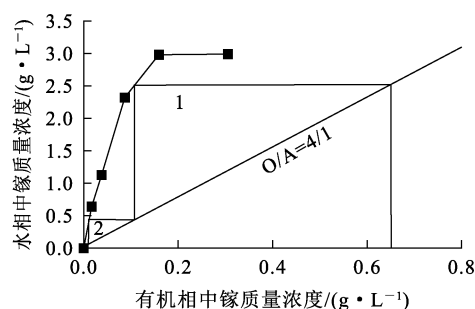


图 12 McCabe-Thiele 图

2.3 3 级逆流萃取试验

采用分液漏斗进行 3 级逆流萃取模拟试验。试验条件为:萃取相比 $V_O/V_A=1/1$ 、萃取时间 15 min、萃取温度 25 °C、萃取有机相组成为 15% P204 + 10% DX201 + 75% 260[#] 溶剂油。3 级逆流萃取后测定萃余液中金属离子含量,并计算萃取率,结果见表 2。可以看出:经过 3 级逆流萃取后, Ga^{3+} 萃取率达 99.64%, Zn^{2+} 和 Cu^{2+} 萃取率仅为 2.86% 和 0.93%,说明该萃取剂体系的萃取性能良好。

表 2 3 级逆流萃取试验结果

金属离子	质量浓度/($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	萃取率/%
Zn^{2+}	27.82	2.86
Ga^{3+}	0.002	99.64
Cu^{2+}	31.8	0.93

3 结论

新型烷基羟肟酸 DX201 萃取剂可替代 YW100 萃取剂萃取硫酸体系中的镓,且萃取性能良好。在有机相组成为 15% P204 + 10% DX201 + 75% 260[#] 溶剂油、料液硫酸质量浓度 20 g/L、萃取温度 25 °C、萃取时间 15 min、萃取相比 $V_O/V_A=1/1$ 条件下, Ga^{3+} 的单级萃取率为 97.52%;采用 2.5 mol/L 稀硫酸溶液反萃取镓,在反萃取温度 25 °C、反萃取时间 5 min、反萃取相比 $V_O/V_A=2/1$ 条件下, Ga^{3+} 的单级反萃取率为 94.21%;经过 3 级逆流萃取, Ga^{3+} 萃取率达 99.64%, Zn^{2+} 和 Cu^{2+} 萃取率仅为 2.86% 和 0.93%。该萃取剂性能良好,有望得到工业化应用推广。

参考文献:

- [1] 翟秀静,吕子剑. 镓冶金[M]. 北京:冶金工业出版社,2010:10-20.
- [2] 张魁芳,刘志强,陈少纯. 镓的提取分离技术现状及发展趋势[J]. 材料研究与应用,2021,15(1):77-80.
- [3] 武秋杰,吕振福,曹进成,等. 国内外镓资源分布供需及镓产业链发展现状研究[J]. 矿产综合利用,2021(5):38-44.
- [4] 武飞乐,李世春. 粉煤灰中铝、镓、锂回收技术研究进展[J]. 中国有色冶金,2023,52(2):116-125.
- [5] 丘丽莉,张魁芳,刘志强,等. 硫酸体系中 Cyanex272 的萃镓性能研究[J]. 有色金属(冶炼部分),2021(5):86-91.
- [6] AHMED I M, EL-NADI A Y, EL-HEFNY E N. Extraction of gallium(III) from hydrochloric acid by Cyanex 923 and Cyanex 925[J]. Hydrometallurgy, 2013, 131:24-28.
- [7] 廖亚龙,曹磊,王祎洋,等. 溶液中镓的提取与分离研究进展[J]. 材料导报,2017,31(15):133-138.
- [8] 张魁芳,刘志强,曹洪杨,等. 不同磷酸酯萃取剂从硫酸体系萃镓性能研究[J]. 有色金属(冶炼部分),2017(4):35-38.
- [9] 刘付朋,刘志宏,李玉虎,等. 锌粉置换镓锗渣草酸浸出过程[J]. 中国有色金属学报,2017,27(10):2154-2163.
- [10] 刘凯华. 用 P204 从硫酸体系中萃取分离镓[J]. 湿法冶金,2021,40(5):386-389.
- [11] 张魁芳,曹佐英,肖连生,等. P507 从硫酸体系中萃取镓的研究[J]. 矿冶工程,2014,34(6):90-93.
- [12] 张魁芳,刘志强. 用 P507 从硫酸体系中萃取分离镓与铁离子[J]. 过程工程学报,2014,14(3):427-432.
- [13] 陈静,王子阳,常军,等. 用 P507-Cyanex272 协萃体系从电解锰合格液中萃取分离锰镁钙[J]. 湿法冶金,2023,42(2):133-139.
- [14] 张魁芳. 从高浓度硫酸溶液中萃取回收镓、锗的研究[D]. 长沙:中南大学,2014.
- [15] 叶鑫,赵爱春,刘宸嘉,等. 赤泥中有价金属的回收工艺研究进展[J]. 湿法冶金,2023,42(3):229-235.
- [16] 王玉芳,王海北,张邦胜,等. 锌冶炼过程中镓锗的综合回收[J]. 有色金属(冶炼部分),2011(11):38-40.
- [17] 张伟,李立清,刘野平,等. 采用两段逆流浸出工艺从镓锗渣中回收有价金属[J]. 湿法冶金,2021,40(4):289-293.
- [18] OLIVEIRA D R P, BENVENUTI J, ESPINOSA D C R. A review of the current progress in recycling technologies for gallium and rare earth elements from light-emitting diodes[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2021, 145. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111090.
- [19] 汤淑芳,周春山,蒋新宇. 锗的羟肟酸 HGS98 萃取分离研究[J]. 稀有金属,2000(4):247-250.
- [20] 朱屯. 萃取与离子交换[M]. 北京:冶金工业出版社,2005:10-15.

Extraction Performance of Gallium with A New Alkyl Hydroxamic Acid DX201

ZHANG Wei^{1,2}, ZHOU Kehua³, SUN Yu⁴, LIAO Wenxun¹, ZHANG Junfeng¹, WU Caigui^{1,5}

(1. Danxia Smelter, Shenzhen Zhongjin Lingnan Nonferrous Metals Co., Ltd., Shaoguan 512325, China;

2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China;

3. Shenzhen Zhongjin Lingnan Nonferrous Metals Co., Ltd., Shenzhen 518040, China;

4. School of Chemistry and Chemical Engineering, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, China;

5. Faculty of Metallurgy and Energy Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: The extraction performance of gallium in sulfuric acid solution with new alkyl hydroxamic acid DX201 and P204 was studied. The effects of extraction and stripping conditions on gallium extraction performance were investigated. The extraction and stripping isotherms were drawn. The results show that the single-stage extraction rate of gallium is 97.52% under the conditions of $V_O/V_A=1/1$, extraction temperature of 25 °C and extraction time of 15 min in sulfate solution with mass concentration of sulfuric acid of 20 g/L sulfate solution and organic phase composition of 10% DX201 + 15% P204 + 75% 260# solvent oil. Using 2.5 mol/L dilute sulfuric acid solution to strip gallium from supported organic phase, the single stage stripping rate of gallium is 94.21% under the conditions of $V_O/V_A=2/1$, stripping temperature of 25 °C and stripping time of 2 min. The extraction rate of gallium in 3-stage countercurrent extraction is 99.64%, and the extraction performance is stable.

Key words: alkyl hydroxamic acid; P204; extraction; gallium; sulfuric acid system

本刊声明

本刊已加入《中国期刊全文数据库》(中国知网)、《中文科技期刊数据库》(维普网)、《中国核心期刊(遴选)数据库》(万方网)、《超星期刊数据库》(超星移动“域出版”平台)、钛学术智慧平台、中邮阅读网、博看网、美国化学文摘(CAS)、EBSCO数据库(EBSCO Information Services), 许可在其网站及其系列数据库产品中以数字化方式复制、发行、信息网络传播本刊全文。本刊所付稿酬包括上述各项目。作者向本刊投稿即视为同意我刊上述声明, 如有异议请在投稿时声明。