

FD-602 清洗剂清洗陶瓷过滤机生产试验及 清洗水回用浮选试验^①

郑银珠¹, 杨哲辉^{2,3}, 崔瑞^{2,3}

(1.大冶有色金属集团控股有限公司,湖北黄石 435005; 2.武汉科技大学资源与环境工程学院,湖北武汉 430081; 3.冶金矿产资源高效利用与造块湖北省重点实验室,湖北武汉 430081)

摘要:在湖北大冶铜绿山矿铜精矿陶瓷过滤机上开展了清洗剂 FD-602 与硝酸清洗滤板的对比试验,结果表明,FD-602 清洗陶瓷滤板后滤板表面干净、过滤时滤饼吸附均匀;FD-602 和硝酸清洗陶瓷过滤机时,滤饼平均产量分别为 6.63 t/h 和 5.85 t/h,滤饼平均水分分别为 11.21% 和 11.58%,清洗剂单耗分别为 0.16 kg/t_{滤饼} 和 1.78 kg/t_{滤饼},清洗剂成本分别为 6.4 元/t_{滤饼} 和 5.696 元/t_{滤饼}。FD-602 作清洗剂的清洗水与生活水按 1:5 配制的回用水用于浮选,对浮选指标无明显影响。

关键词:陶瓷过滤机; FD-602 清洗剂; 过滤性能; 回水利用

中图分类号: TD926

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.0253-6099.2023.05.020

文章编号: 0253-6099(2023)05-0085-04

On-Site Test on Cleaning Ceramic Filter with Detergent FD-602 and Flotation Test Using Recycled Cleaning Water

ZHENG Yinzhu¹, YANG Zhehui^{2,3}, CUI Rui^{2,3}

(1. Daye Nonferrous Metals Group Holding Co Ltd, Huangshi 435005, Hubei, China; 2. School of Resources and Environmental Engineering, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, Hubei, China; 3. Hubei Key Laboratory for Efficient Utilization and Agglomeration of Metallurgic Mineral Resources, Wuhan 430081, Hubei, China)

Abstract: Tests were conducted to compare the performance of detergent FD-602 and nitric acid in cleaning the copper concentrate ceramic filter plate in Tonglushan Mine in Hubei Province. The results show that after being cleaned with FD-602, the ceramic filter plate has cleaner surface and its filter cake also presents uniform adsorption during filtration. After being cleaned using FD-602 and nitric acid, the ceramic filter can produce 6.63 t/h and 5.85 t/h filter cakes on average, with average moisture of 11.21% and 11.58%, respectively. Every ton of filter cake consumes 0.16 kg and 1.78 kg detergent, with the cost of 6.4 yuan and 5.696 yuan, respectively. When the cleaning water collected from the FD-602 cleaning process mixed with domestic water at a ratio of 1:5 is returned to flotation process, it is shown that there is no obvious influence brought to the flotation performance.

Key words: ceramic filter; detergent FD-602; filtration performance; utilization of recycled water

亲水陶瓷材料中丰富的毛细孔道及其产生的附加真空度使得陶瓷过滤机成为一种高效节能的固液分离设备,在我国矿山企业得到了广泛应用。陶瓷过滤机使用过程中,尽管每个作业循环都进行反冲洗^[1],但仍有极细矿物颗粒堵塞陶瓷滤板毛细孔道。生产中为保证陶瓷过滤机性能稳定,需要定时清洗陶瓷滤板^[2]。硝酸是常用的陶瓷滤板清洗剂,其强酸性能溶解大部分矿物颗粒,使堵塞在陶瓷滤板毛细孔内的矿

粒粒径变小,再结合物理冲洗和超声波振荡作用,可有效疏通陶瓷滤板毛细孔^[3]。但硝酸属于危险化学品,需要特种车辆运输及专用储存罐存放,在运输、储存和使用过程中风险较大;硝酸具有强氧化性和强腐蚀性,会缩短设备备件、管道材料等使用寿命^[4];硝酸储存罐或输送管路闸阀破损后,检修难度大,检修过程中易造成维修人员身体伤害^[5]。

随着近年国家对矿山企业安全环保管控要求的提

① 收稿日期: 2023-04-05

作者简介: 郑银珠(1983—),男,湖北黄梅人,硕士,工程师,主要从事矿山选矿工艺技术管理及研究工作。

高,亟须寻找可替代硝酸的清洗剂产品^[6]。凡口铅锌矿在精矿及尾砂过滤生产试验中使用了一种不含无机三酸,主要组分为有机螯合剂、多种络合剂、低电位离子配位剂、缓蚀剂等的新型清洗剂 YHGR859,结果表明经新型清洗剂处理后的陶瓷滤板滤饼水分低,外排水氨氮含量低,能达到替代硝酸清洗的效果^[7]。陕西某矿业公司试验了一种无机类清洗剂 KY-320T,其液体呈离子状和络合物状态,pH 值小于 1,含有酸雾抑制剂,释放的有害气体少,具有 H⁺缓释性能,对工作环境及设备影响小,经新型清洗剂处理后的陶瓷滤板滤饼水分优于硝酸清洗的效果。

湖北大冶铜绿山矿采用 3 台 TT-45 陶瓷过滤机进行铜精矿产品脱水,一直采用硝酸作为陶瓷滤板清洗剂。企业在信息查阅、实地考察交流的基础上,开展了新型清洗剂在铜精矿过滤生产中的对比验证试验,并考察清洗水回用浮选的效果,以验证其在矿山推广使用的可行性。

1 试验原料及试验方案

1.1 试验用清洗剂及特点

试验用清洗剂之一为浓度 98% 的硝酸,装入不锈钢储存罐时稀释至浓度 68%。

试验用新型清洗剂 FD-602 由安徽某环保企业提供,它由有机络合物、螯合物原料复合而成,不含无机强酸,为白色固体结晶粉末,不属于危险化学品,其储存和运输安全、方便。FD-602 清洗剂易溶于水,溶解时溶液温度变化不明显,不产生酸雾,也不产生刺激性气味,溶液不易挥发,酸性弱于等质量分数的硝酸,浓度 8% 的 FD-602 溶液 pH \approx 4,与皮肤接触后用水冲洗,对皮肤几乎无伤害。试验时,配置成浓度 10% 的 FD-602 溶液作为陶瓷滤板清洗剂使用。

1.2 试验用过滤设备

为了消除陶瓷过滤机之间差异的影响,选择在铜精矿 4[#]陶瓷过滤机上分步进行试验,主要工作参数为:过滤面积 45 m²、主轴转速 0.5 r/min、吸浆时反冲水压力 0.1~0.15 MPa、清洗时反冲水压力 0.1~0.15 MPa、工作真空度 0.086 MPa。

1.3 清洗剂制备设备

因 FD-602 清洗剂为固体粉末,需新增清洗剂化药装置,并将化药装置接入 4[#]陶瓷过滤机清洗流程。结合现场实际情况,对清洗剂制备设备改造如下:配置 1 个 500 L 圆柱形塑料桶作为 FD-602 清洗剂的化药桶,化药桶口接入自来水管及闸阀,化药桶旁设置 1 个循环泵及相应管路,使 FD-602 粉末在循环水流的搅动

中充分溶解。将 4[#]陶瓷过滤机原硝酸计量泵入口改造为三通接头,使其既可连接硝酸储存罐又可接入 FD-602 清洗剂化药桶。FD-602 清洗剂化药装置见图 1。

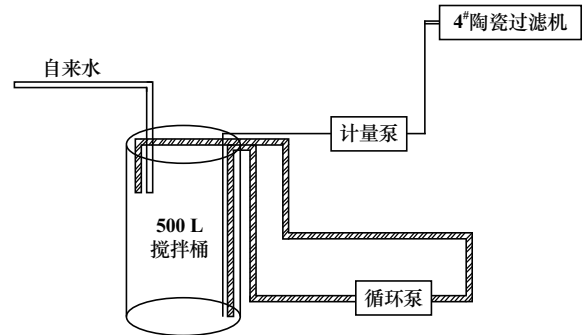


图 1 清洗剂化药装置及输送管路示意

1.4 生产试验安排

为获得足量可靠试验数据并考虑生产波动影响,FD-602 清洗剂与硝酸对比试验于 2022 年 5 月 26 日至 8 月 1 日分时间段进行,具体步骤为:先开展 10 个班次的硝酸清洗剂试验,然后开展 39 个班次的 FD-602 清洗剂试验,再开展 18 个班次的硝酸清洗剂试验。试验过程中详细记录设备运行参数、开停车时间、清洗时间、FD-602 及硝酸用量、滤饼吸附状态等相关数据和信息。

1.5 清洗水回用浮选试验

FD-602 清洗剂用于生产试验期间,在 4[#]陶瓷过滤机滤液桶出口接取一定量的清洗水,用于实验室小型浮选试验。考虑到回用清洗水量占选矿用水量微小,浮选试验时放大清洗水配比,按清洗水与生活水 1:5 进行配制,配制前、后 pH 值分别为 4.5 和 7.0。实验室浮选试验流程为一粗二扫一精开路试验,粗、扫选浮选设备为 1.5 L 浮选机,精选设备为 1 L 浮选机。具体试验条件见图 2。

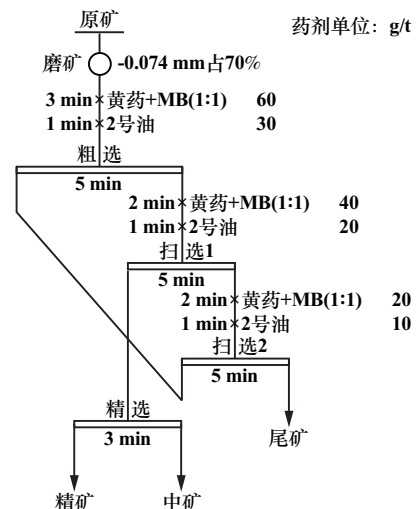
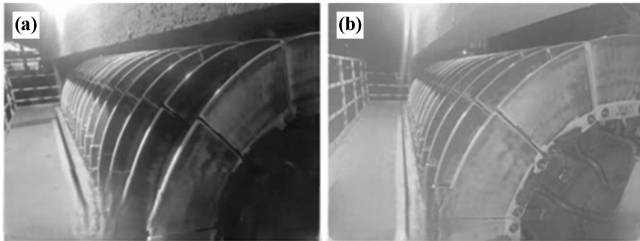


图 2 实验室浮选试验流程及试验条件

2 试验结果及分析

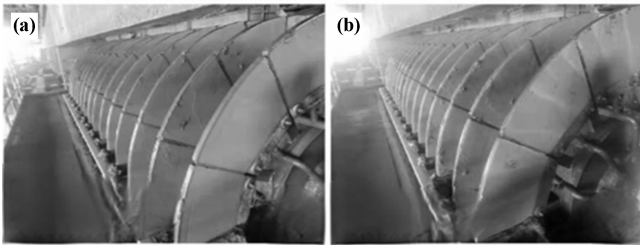
2.1 滤板表面清洗情况与滤饼吸附情况

分别对硝酸和 FD-602 清洗剂清洗 1 h 后的陶瓷滤板表面情况进行拍照记录, 见图 3。并对清洗后工作 4 h 的滤板表面滤饼吸附状态进行拍照记录, 见图 4。



(a) 硝酸(2022-05-28 早班); (b) FD-602(2022-06-15 早班)

图 3 清洗后滤板表面清洁度对比



(a) 硝酸(2022-05-28 早班); (b) FD-602(2022-06-15 早班)

图 4 滤板表面滤饼吸附状态对比

由图 3 可见, 经相同清洗时间后, FD-602 与硝酸清洗后的陶瓷滤板表面均较干净、光滑, 无矿泥附着于滤板上, 且光洁度相近, 2 种清洗剂清洗后的滤板表面无明显差别。由图 4 可见, 两者滤饼吸附较均匀, 表面均较平整, 无凹凸不平现象, 吸附滤饼厚度相差不大。

2.2 滤饼产量对比

试验期间陶瓷过滤机铜精矿滤饼小时产量记录见图 5。

由图 5 可见, 受上游选别、浓缩作业的影响, 滤饼产量呈波动状态。但整体来看, 试验期间 FD-602、硝酸为清洗剂的滤饼平均产量分别为 6.63 t/h、5.85 t/h, FD-602 为清洗剂的过滤机铜精矿滤饼小时产量要高于硝酸作为清洗剂时的滤饼产量。

2.3 滤饼水分对比

清洗剂试验期间陶瓷过滤机滤饼水分记录见图 6。

由图 6 可见, 滤饼水分也呈波动状态。经计算, FD-602 为清洗剂的滤饼水分平均值为 11.21%、方差为 0.165, 硝酸为清洗剂的滤饼水分均值为 11.58%、方差为 0.438, 整体来看, FD-602 为清洗剂的过滤效果更好。

2.4 清洗剂消耗对比

试验期间滤饼产量及清洗剂消耗统计数据见表 1。

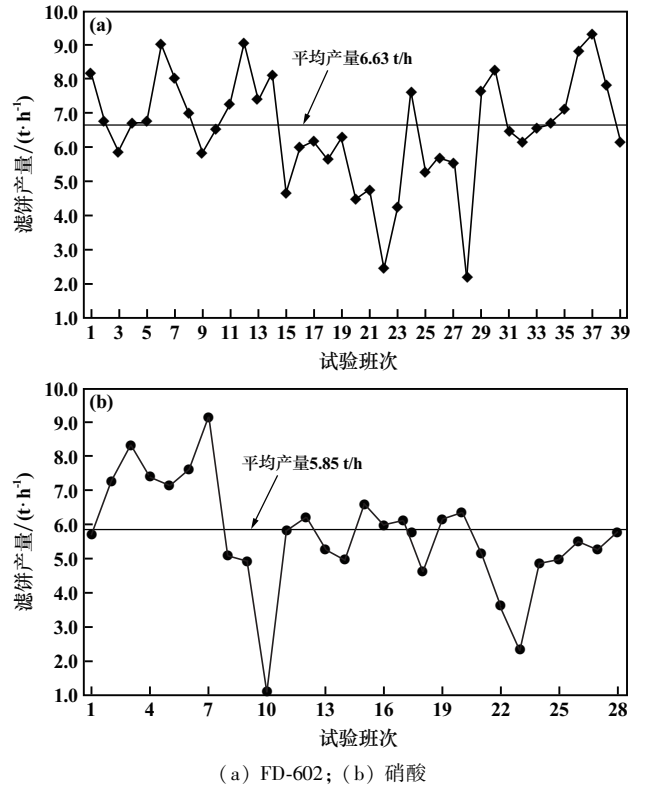


图 5 试验期间过滤机铜精矿滤饼小时产量对比

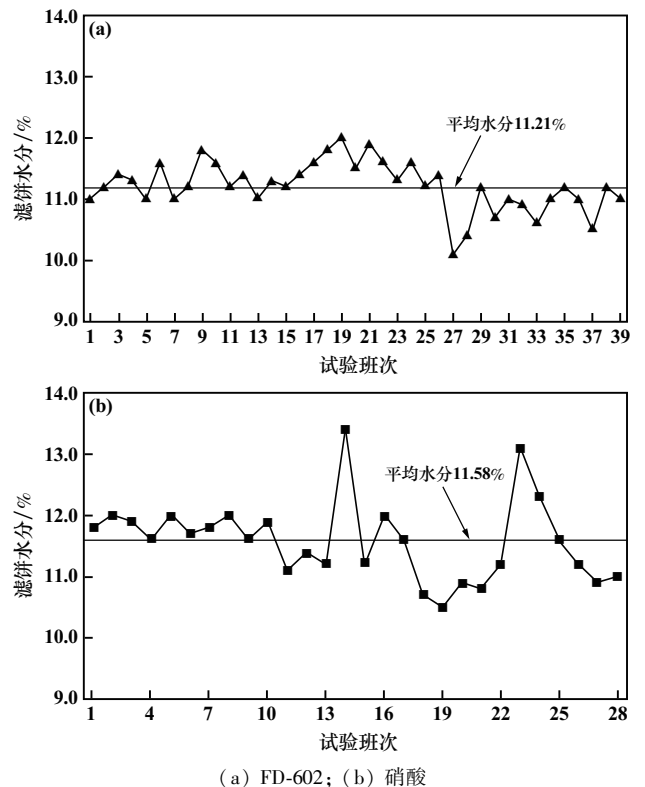


图 6 试验期间过滤机铜精矿滤饼水分对比

由表 1 可以看出, FD-602 及硝酸清洗时陶瓷过滤机产量分别为 6.63 t/h 及 5.85 t/h, 清洗剂单耗分别为

0.16 kg/t_{滤饼}及 1.78 kg/t_{滤饼}。98%硝酸单价按 3 200 元/吨计,则用硝酸作为滤板清洗剂的成本为 5.696 元/t_{滤饼};FD-602 清洗剂单价按 40 000 元/吨计,则 FD-602 清洗剂的成本为 6.4 元/t_{滤饼},相比于硝酸,以 FD-602 为清洗剂时单位铜精矿成本增加 0.7 元。

表 1 过滤试验期间统计结果

统计项	单位	统计值	
		FD-602	硝酸
累计过滤时间	h	379	270.5
铜精矿滤饼累计产量	t	2 511.51	1 582.83
铜精矿滤饼平均小时产量	t/h	6.63	5.85
清洗剂累计消耗量	kg	400	1 873.6 L(98%)
清洗剂单耗	kg/t _{滤饼}	0.16	1.78

说明:98%硝酸密度为 1.505 kg/L。

2.5 清洗水回用浮选试验结果

FD-602 作陶瓷滤板清洗剂的清洗水回用于浮选的对比如表 2。

表 2 FD-602 清洗水回用浮选试验结果

试验用水	产品名称	产率/%	品位/%	回收率/%
生活水	精矿	3.46	24.302	82.05
	中矿	4.20	3.059	12.54
	尾矿	92.34	0.060	5.41
	给矿	100.00	1.025	100.00
FD-602 清洗水:生活水 (1:5)	精矿	3.45	24.766	83.68
	中矿	4.18	2.707	11.07
	尾矿	92.37	0.058	5.24
	给矿	100.00	1.022	100.00

表 2 结果表明,尽管放大了 FD-602 清洗水的配加量,但浮选指标与生活用水所获浮选指标相似,预计在不改变现有生产回水网络的情况下,长时间使用 FD-602 清洗剂也不会对浮选生产指标造成明显影响。

3 结 论

1) FD-602 清洗剂为白色固体结晶粉末,它由有

机络合物、螯合物原料复合而成,不含无机强酸,不属于危险化学品。FD-602 清洗剂易溶于水,溶解时溶液温度变化不明显,不产生酸雾,也不产生刺激性气味,溶液不易挥发,酸性弱于等质量分数的硝酸,浓度 8% 的 FD-602 溶液 pH≈4,与皮肤接触后用水冲洗,对皮肤几乎无伤害。

2) FD-602 作为陶瓷滤板清洗剂,清洗后滤板表面干净、光滑,无矿泥附着;过滤时滤饼吸附较均匀,表面平整,无凹凸不平现象。

3) FD-602 及硝酸清洗时陶瓷过滤机滤饼平均产量分别为 6.63 t/h 及 5.85 t/h,滤饼平均水分分别为 11.21%及 11.58%,清洗剂单耗分别为 0.16 kg/t_{滤饼}及 1.78 kg/t_{滤饼},清洗剂成本分别为 6.4 元/t_{滤饼}及 5.696 元/t_{滤饼}。

4) FD-602 作清洗剂的清洗水与生活水按 1:5 配制的回用水用于浮选,对浮选指标无明显影响,预计在不改变现有生产回水网络的情况下,长时间使用 FD-602 清洗剂也不会对浮选生产指标造成明显影响。

参考文献:

- [1] 邓林欣. 陶瓷过滤机在中色非矿的使用实践[J]. 矿冶工程, 2014,34(增刊):218-220.
- [2] 李臣文,高航,王剑. 矿山陶瓷过滤机过滤系统的改进及应用[J]. 云南冶金, 2022,51(4):186-191.
- [3] 罗升,胡岳华. 陶瓷过滤机的清洗实践与探讨[J]. 矿冶工程, 2004,24(1):34-37.
- [4] 范亮亮,曹军,梁朝杰. TT100 型陶瓷过滤机在某矿山应用效果优化[J]. 现代矿业, 2021,38(10):268-269.
- [5] 张霆,蔡亚男,李红,等. 新型清洗剂 KY-320T 在脱水设备中的应用[J]. 新疆有色金属, 2022,45(2):26-27.
- [6] 倪潇. 低腐蚀矿用清洗剂的配方开发和应用[J]. 上海化工, 2021,46(4):32-35.
- [7] 黄磊. 凡口铅锌矿陶瓷板新型清洗剂试验研究[J]. 现代矿业, 2022,38(5):162-164.

引用本文: 郑银珠,杨哲辉,崔瑞. FD-602 清洗剂清洗陶瓷过滤机生产试验及清洗水回用浮选试验[J]. 矿冶工程, 2023,43(5):85-88.