

用活性铝从废定影液中回收银的计算式

邱金法 赵冬梅

(基础课部)

摘 要

本文从实验出发,提出了用活性铝从废定影液中,回收银的反应速度与温度的关系式及设计反应器有效容积的计算式,为指导实际生产作业及设计提供了计算公式。

银是传统的货币金属,是珍贵的工业重要材料,有广泛用途。因此,各国重视银的回收。从含银废定影液中回收银的工艺有多种,其中较简便的,有用活性铝回收废定影液中银,其实现的主要反应器为柱(塔)式⁽¹⁾或箱式⁽²⁾。在这些反应器中,活性铝与含银废定影液的反应速度跟温度的关系;在这些反应器中,一定条件下,含银废定影液的最大处理量的计算式及设计反应器有效容积的计算式,国内外尚无有报道。但在实际生产中,均须明确这些问题,以克服生产作业及设计中的盲目性。本文从实验出发提出了解决这些问题的途径和具体的计算公式。

一、实 验

1. 原料

含银废定影液由医院放射科和照相店提供。活性铝由废铝片(如牙膏皮等)剪成条状(约 $10 \times 100\text{mm}$),经碱处理破坏氧化铝薄层,即活化后放入箱式反应器的前五级中。⁽³⁾

2. 方法

在PVC塑料板焊制的箱式六级反应器中的前五级,均将活性铝片条松填入至各级溢流口处,使致成为每升有效容积内,所装活性铝的表面积(以符号 σ 表示)为: $\sigma = 0.172\text{m}^2/\text{L}$ 。随着反应进行而消耗活性铝,视减少情况,间隔添加之。含银废定影液由高位槽流经转子流量计入箱式反应器的第一级,继而依次入二、三、四、五级。反应完后,溢流入第六级沉降所夹带的细银粒,无银废定影液(尾液)从第六级溢流口排出,如文献〔3〕。

本文于1990年12月25日收到

3. 测试

含银废定影液的银浓度用硫代乙酰胺电位滴定法测定;无银废定影液(尾液)用饱和 Na_2S 溶液定性检查;流量用量筒和表测定。

二、 结果与讨论

1. 活性铝与含银废定影液的反应速度表示法及反应速度跟温度的关系式 为便于实际应用,而将活性铝条与含银废定影液的反应速度表示为:在单位时间、单位反应器有效容积内,能处理的含银废定影液最大体积量,其单位为 $\text{L/h}\cdot\text{L}$ 。其实测数据见表一。

表一 总有效容积为1L的箱式反应器运行时,室温($^{\circ}\text{C}$)对反应速度(a_t)的影响

t 室($^{\circ}\text{C}$)	反应速度(a_t) ($\text{L/h}\cdot\text{L}$)	流 量 (ml/min)	含 银 废 定 影 液		尾液用饱和 Na_2S 溶液检查,有否黑 色沉淀。
			种 类	含银浓度(g/L)	
4	0.015	0.25	黑白片液	3.63	无↓黑
11	0.024	0.40	" " " "	4.05	" "
14	0.029	0.48	黑白、彩色片液	4.51	" "
18	0.038	0.63	" " " " " " "	5.07	" "
24	0.056	0.93	彩 色 液	6.13	" "
28	0.072	1.20	" " "	6.52	" "
33	0.099	1.65	医院放射科	7.45	" "

注: 1) a_t 值为实测,流量值由 a_t 值换算得。

2) 单位反应器有效容积内,所松装活性铝表面积为 $0.172\text{m}^2/\text{L}$ 。

3) 反应器有效容积指直接提供反应的容积。

据 Van't Hoff 规则和表一数据,计算反应的温度系数 ϕ :

$$1. \quad \phi = \frac{a_{t+10}}{a_t} = \frac{a_{14}^{\circ\text{C}}}{a_4^{\circ\text{C}}} = \frac{0.029}{0.015} = 1.933$$

$$2. \quad \phi = \frac{a_{t+10}}{a_t} = \frac{a_{24}^{\circ\text{C}}}{a_{14}^{\circ\text{C}}} = \frac{0.056}{0.029} = 1.931$$

$$3. \quad \phi = \frac{a_{t+10}}{a_t} = \frac{a_{28}^{\circ\text{C}}}{a_{18}^{\circ\text{C}}} = \frac{0.072}{0.038} = 1.895$$

由此可见,除误差因素外,可认为在室温($^{\circ}\text{C}$)范围内,该反应的温度系数 ϕ 基本不变,为1.9。

则据文献〔4〕得:

$$\frac{a_{t+n \times 10}}{a_t} = \phi^n \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{令 } t_2 = t + n \times 10; \quad t_1 = t$$

则 $n = \frac{t_2 - t_1}{10}$ 及 $\phi = 1.9$ 分别代入(1)式得:

$$a_{t_2} = a_{t_1} \phi^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = a_{t_1} \left(1.9^{\frac{t_2 - t_1}{10}} \right) \dots\dots\dots (2)$$

(2)式即为给定条件 ($\sigma = 0.172\text{m}^2/\text{L}$) 下, 活性铝与含银废定影液的反应速度跟温度 ($^{\circ}\text{C}$) 的函数关系式。从表一可任取一对 t_1 和 a_{t_1} 值代入 (2) 式, 则可计算给定室温 $t_2 (^{\circ}\text{C})$ 下的单位时间、单位反应器有效容积内, 能处理含银废定影液最大体积量 $a_{t_2} (\text{L}/\text{h} \cdot \text{L})$ 。进而可换算成最大操作流量。这就是, (2)式指导生产作业的直接实际意义。

2. 设计反应器有效容积的关系式 由于采用了描述反应速度的形式是单位时间、单位反应器有效容积内, 能处理的含银废定影液最大体积量 ($\text{L}/\text{h} \cdot \text{L}$)。因此, 若在给定室温 $t (^{\circ}\text{C})$ 下, 需日 (24小时运行计) 处理含银废定影液的体积为 V (升), 则所需反应器有效容积为 V_t (升), 据 (2) 式可得:

$$V_t = \frac{V}{24} \times \frac{1}{a_t} = \frac{V}{24a_{t_1}} \times 1.9^{\frac{t - t_1}{10}} \dots\dots\dots (3)$$

由(2)、(3)式及表一中可见, t_1 与其相应的 a_{t_1} 为已知的实测值, 利用表一中的任一对已知 t_1 与 a_{t_1} 值代入 (3) 式, 则可通过 (3) 式计算给定室温为 $t (^{\circ}\text{C})$, 而日处理量为 V (升) 时, 所需的反应器有效容积 V_t (升)。

从表一任取一对数据 ($t_1 = 14^{\circ}\text{C}$; $a_{t_1} = a_{14} = 0.029$), 若以给定室温 $t = 20^{\circ}\text{C}$ 、日处理含银废定影液量为 $V = 6.5$ 升, 分别代入 (3) 式, 即计算得反应器有效容积为 $V_t = 6^{\circ}$ 升。实取 $V_t = 7$ 升, 作为六级箱式反应器的前五级的总有效容积。在不同室温 ($^{\circ}\text{C}$) 下运行, 由表二可见, 实测流量数据与据(2)式计算值基本一致。这表明: 在维持 $\sigma = 0.172\text{m}^2/\text{L}$ 条件下, (2) 式和 (3) 式是可进行指导生产作业及设计反应器有效容积的计算。

表二 六级箱式反应器的前五级总有效容积为7升时, 运行实测值与计算值

t 室 ($^{\circ}\text{C}$)	$a_t (\text{L}/\text{h} \cdot \text{L})$ 计算值	流 量 (ml/min) 由 a_t 换算值	流 量 (ml/min) 实测值	含银废定影液		尾液用饱和 Na_2S 溶液检查, 有否黑色沉淀。
				种 类	银浓度 (g/L)	
6	0.017	1.98	2.1	黑白片液	5.01	无 ↓ 黑
16	0.032	3.73	3.9	彩色片液	7.45	" "
26	0.062	7.23	7.1	医院放射科	8.36	" "
32	0.090	10.50	10.7	" " " " "	7.81	" "

注: 1) a_t 值据 (2) 式计算。

2) 单位反应器有效容积内, 所松装活性铝表面积 $\sigma = 0.172\text{m}^2/\text{L}$ 。

3. 上述各函数关系式: (1) 式、(2) 式和 (3) 式的操作条件是, 每升反应器有效容积内, 松填活性铝片条的表面积 $\sigma = 0.172\text{m}^2/\text{L}$ 。应在该操作条件下, 方能运用上述诸关

系式。

4. 由表一、二发现, 活性铝与含银废定影液的反应速度跟银在废定影液中的始浓度无关。其原因正如文献〔5〕所指出。实验证明该反应是一个放热反应, 而且反应器的温度不控制。废液中的大部分银在六级反应器的第一、二级中析出。

5. 由表一、二可知, 反应速度与含银废定影液的种类无关。

三、结 论

本文所提出的反应速度描述的方法, 以及反应速度与温度的关系式和设计反应器有效容积的计算式, 在活性铝片条的松填表面积 $\sigma = 0.172 \text{ m}^2/\text{L}$ 的条件下, 对于用活性铝回收废定影液中银的柱式或箱式反应器的有效容积的设计、生产作业中最大流量的计算, 都是合适的, 而且十分简便, 易为生产者 and 设计者所掌握, 便于克服设计和生产中的盲目性。

参 考 文 献

- 〔1〕 U.S. Patent № 4008077 Feb.15, 1977
- 〔2〕 专利公开号 CN1038267A 发明专利公报V.5 (51) 中华人民共和国专利局 1989.12.20
- 〔3〕 邱金法等·华东交通大学学报, 1990; 2: 75~85
- 〔4〕 王致勇·无机化学原理, 北京: 清华大学出版社, 1983; 131
- 〔5〕 华南工学院无机化学教研室·无机化学(上册). 第二版, 北京: 高等教育出版社, 1985.6: 171

The Computational Formulas of Recovered Silver from Waste Fixing Solution With Activated Aluminium

Qiu Jinfa Zhao Dongmei

ABSTRACT

It is proceeded from test in this paper, formulas of reaction rate with temperature and of effective volume to designed reactor are proposed for silver recovery from waste fixing solution with activated aluminium. In a practical manner produced operation and design can be guided by these computational formulas.