

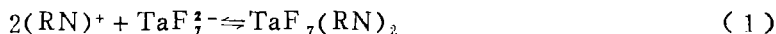
用离子浮选从水溶液中回收钽的化合物

Л. И. Ушакова 等

由于工业的蓬勃发展,合理利用矿产资源的问题提出许多新任务。钽是适于从水溶液中回收的具有很大科学和实践意义的金属。已有回收和从伴生元素中分离它的各种方法,但所有这些方法都不尽完善。

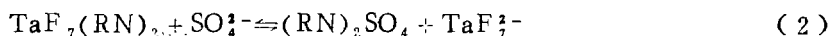
本工作是研究应用离子浮选的主要原理富集钽阴离子的可能性。试验原液为100毫升,用阴离子表面活性物质(ПАВ)作浮选捕收剂:季胺盐(ЧАО)—烷基苯基二甲基氯化胺(АВДМ) $[\text{C}_n\text{H}_{2n+1}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)(\text{CH}_3)_2\text{N}]\text{Cl}$, 平均分子量355克, $n=17\sim 20$; 烷基三甲基氯化胺(ATM) $[\text{C}_n\text{H}_{2n+1}(\text{CH}_3)_3\text{N}]\text{Cl}$, 平均分子量278克, $n=10\sim 16$; 工业脂肪胺АНП-2 $(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{NH}_2\cdot\text{HCl})$, 平均分子量249.5克。采用以 K_2TaF_7 盐的形式存在的钽化合物。原液中钽的浓度为90.5毫克/升(0.001毫克当量/升)。介质pH值用 H_2SO_4 或 NaOH 调整。溶液温度 $18\pm 2^\circ\text{C}$ 。吹入弥散空气的速度为 $0.1\sim 0.2$ 升/分·厘米²。泡沫中的金属和表面活性物质的回收率按标准方法来检验。浮选时间一般不超过5~10分。

所有采用的表面活性物质在弱酸性和中性介质中处于解离状态,分解成钽阴离子和带正电荷的烃基,它们可以和含钽的阴离子相互作用:

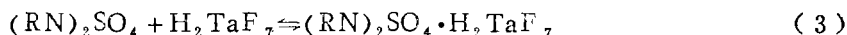


由于这种相互作用形成白色疏水沉淀,它很易浮游。所处理溶液的pH对这个过程的影响很大,因为被回收的金属离子和捕收剂的化学形式取决于介质的pH值。

在适宜的条件下(pH5.0~9.0)钽实际上被全部回收。泡沫产品数量不超过原液容积的1.0~1.5%。当pH小于4.0时由于离子竞争回收率降低:



当pH小于2.0时,浮选效率又重新上升。在此条件下不用钽和捕收剂的电荷相互作用来解释。在腐蚀性的介质中形成难溶化合物可能与加成反应进行有关:



钽化合物趋向水解使得在溶液中形成由 $\text{HTaH}_6\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 到 $\text{Ta}_2\text{O}_5\cdot \text{XH}_2\text{O}$ 的化合物。当弥散空气通过缺少表面活性物质的溶液时,形成了含钽水合固相。可以设想,当吹入空气在溶液搅拌时由于水动力学因素存在钽的过饱和区,这就促使结晶中心和不相溶的产生。得到的沉淀用过滤分离。看来钽化合物的等电点位于pH3.0范围内,并且此时沉淀不形成。

由此可见,在有捕收剂的浮选过程中不仅可以回收 $\text{TaF}_7(\text{RN})_2$ 形式的化合物,而且可以回收形成的难溶水合钽,它吸附在表面活性物质分子的表面上。

泡沫产品的组成,即其中金属和捕收剂的比值是表示离子浮选效率的一个参数。在为回收金属进行进一步处理泡沫产品时,这个概念具有很大的意义。计算不同pH溶液中获得表示泡沫产品成分的 Γ 值(Γ 毫克当量钽/毫克当量表面活性物质)表明,钽回收率和 Γ 值与

捕收剂的种类关系不大，而较大程度取决于它的用量。例如，当 pH5.4（回收率 100%） $\Gamma = 2.22$ （ATM；0.45 毫克当量/升）；0.71（ABDM；1.4）；0.125（АНП-2；8.0）。随着表面活性物质数量的降低在产品中钼的含量提高，超过按化学反应计算的值。可见当添加少量捕收剂到溶液中时，形成疏水固相，它可以形成结晶中心和促进沉淀快速析出。在溶液中存在表面活性物质时形成了足够疏水的两种产品，并且它们很容易进入溶液-空气相界面。得到的 Γ 值反映产品总的组成。

当然随着溶液中捕收剂浓度的提高，泡沫产品的回收率也增加。但是，取得最大回收金属所需要的最佳的表面活性物质的数量取决于溶液的 pH。在溶液中存在少量捕收剂（小于按化学反应计算值）就已经足够产生疏水沉淀，它很容易进入泡沫产品中。

所研究的溶液中钼的浓度为 0.001 毫克当量/升时， Γ 值随捕收剂浓度的变化服从于经验关系式：

$$\lg \Gamma = A - B \lg C_{\text{表面活性物质}} \tag{4}$$

式中 A、B 是常数。B 值表征产品中钼含量降低的程度，它取决于溶液 pH（见表）。当钼回收率最大时的 pH 条件下，捕收剂的耗量最小。B 值最大并趋近于 1。在此情况下过剩的表面活性物质离子就在形成的沉淀上吸附，赋予它疏水的特性，这就改善了沉淀粒子的浮选性质，但恶化了产品的组成。

在金属回收率最小的情况下，B 值小于 1。并且大部分捕收剂直接和钼化合物相结合，提高其回收率。显而易见，在此情况下，也使产品钼贫化，但同时增加浮选效率。

参数 B 与溶液 pH 和所应用的药剂的关系

ATM		ABDM		АНП-2	
pH	B	pH	B	pH	B
1.1	0.96	0.6	0.98	0.5	0.98
3.4	0.67	1.0	0.99	1.5	1.01
5.4	0.98	3.1	0.58	3.3	0.82
10.2	0.84	5.4	1.01	5.3	0.98
12.0	0.28	9.0	0.99	9.3	0.87
—	—	11.0	0.87	11.8	0.68

此外，在所有情况下，钼化合物和所使用的捕收剂之间相互作用的特性是一样的，不取决于表面活性物质的种类。但是，在该情况下钼化合物同 ЧАО 相互作用比同胺较强烈（为了获得同样的回收率 ЧАО 用量比 АНП-2 少）。这种情况可能与 ATM 和 ABDM 发生解离的 pH 范围比胺更宽有关。这就使它们具有与荷负电的含钼化合物相互作用的能力。

中性电解质如 NaCl 、 CaCl_2 、 Na_2SO_4 、 Na_3PO_4 对钼回收率的影响也进行了考察。溶液中盐的浓度变化范围是 0.001~0.1 克分子/升。在研究的浓度范围内氯化钠的存在并不影响分选效率。 Na_2SO_4 的存在使金属回收率（pH3.1）提高到 95~96%。可能由于盐析作用。完全相反，甚至在最适宜条件下（pH5.4），添加 Na_3PO_4 也使回收率降低到 40~45%。看来，在此情况下抑或形成了牢固的不和表面活性物质相互作用的磷酸络离子，抑或是捕收剂

和磷酸盐发生竞争的相互作用。

这样,从水溶液中浮选分出钼化合物的特性既是阳离子活性捕收剂同金属阴离子直接相互作用,又是同时回收水合难溶产品,它是在向溶液吹入弥散空气时形成的。最合适的浮选pH是0.5~1.5和5.0~9.0。虽然,钼化合物和所研究的捕收剂相互作用是一样的,但是应用ЧАО时浮选效率比应用胺时的高。

幸伟中译自《Комп. исполъ. минер. сырья》,

勤生校 1983, №1, 67—70

地下开采系统的最优化

В. И. Штле

在采矿工作的设计和管理实践工作中推广经济-数学模型方法时,已经广泛地利用采矿工作工艺最优化原则。在经济-数学模型方法发展的第一阶段,主要注意模型的综合问题,这些模型是对与主要工艺参数有关费用形式的描述。自然过程和地质力学过程在许多情况下被忽略,或者仅通过引入一些附加限制的方法简单地考虑。

目前在模拟地下采矿工作过程中发生的自然过程、工艺过程和组织过程方面的研究正在加强发展,大量推广系统分析和最优化理论的手段和方法。开采系统参数最优化理论的现状不能适应当前的要求。这首先是由于开采系统被看作是采矿工艺的某种静止状态的因素,在参数最优化中主要注意的是经济过程,根据单学科研究的结果,模拟开采方法的系统原理尚未制定出来。

开采系统最优化和模拟方面的主要课题是:

确定模仿开采系统动态特征的原则(在时间和空间上模拟工艺过程和组织过程及与其相伴的地质力学的物理过程);

在具有单学科性质的规律性、制约关系和模型的基础上研究出给定系统数学模型合成的方法。

开采系统的工艺进展(参数的有方向性的经常变化)主要是在数学模型结果影响最小的情况下发生并由实践和试验研究来调整。目前已有通过实验室利用电子计算机“演示”工艺来改变现状的实践可能性。为此必须在采矿系统工程工程师的领导下将不同方面的专家的努力联合起来。在开采系统仿真模型范围内,必须把围岩性状、矿产的爆破和出矿、充填岩石和围岩的相互作用、采场的通风、机器和机械发挥作用以及完成工艺过程和经济过程工作的组织等方面的主要规律性结合起来。上述方面远没有包括全部,还取决于开采系统的类型。说到合理的每一个种群开采系统的仿真模型,也就是说基本单位的工艺演变或者某类开采系统的仿真模型大致是合适的。

当把开采系统看作是具有不同性质和在空间-时间连续统一体中展开的过程时,就必然