

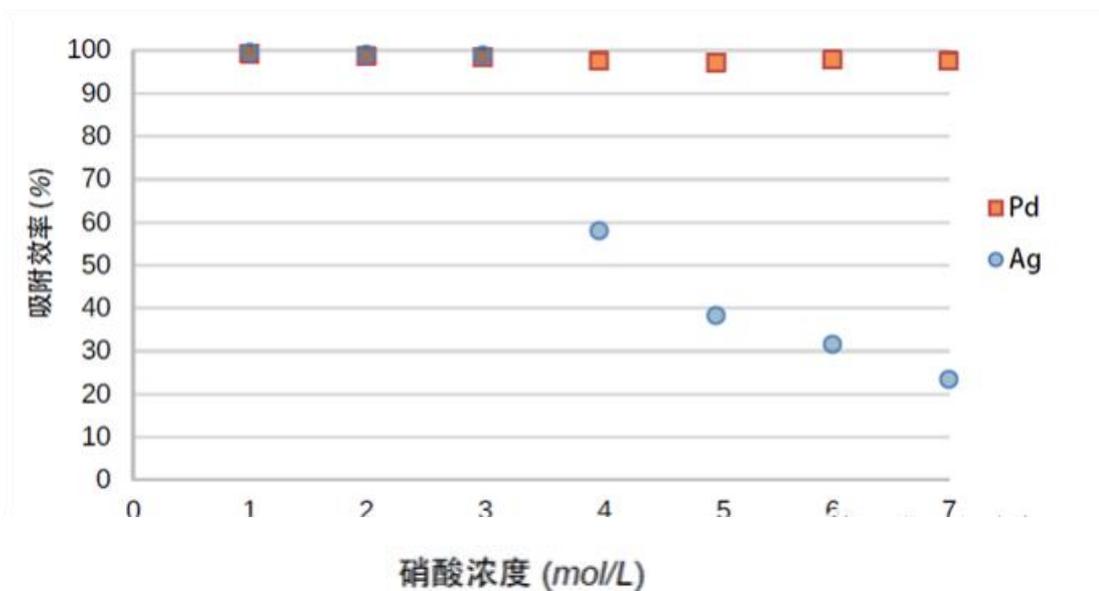
【应用合集】No. 25 | 使用 SiliaMetS Thiol 分离电子垃圾渗滤液中的钯和银

电子垃圾(e-waste)是指使用过的设备,包括手机、电视、显示器、平板电脑和其他不需要的电子产品,这些设备通常会被运往垃圾填埋场。并且往往含有许多贵金属(铜、金、银、钯……),尤其是在这些废弃设备的电路板中。提取回收这些金属可以重新使用并减少采矿获取原料的需求,因此如何处理电子垃圾中的重金属开始变的十分重要。本文详细介绍了在之后的回收步骤之前,如何使用 SiliaMetS Thiol 从电路板中提取钯和银。

实验方案

为了实现贵金属的循环回收, Väisänen 的团队尝试从电子产品的印刷电路板中回收金属,即钯和银。该团队使用 SiliaMetS Thiol 从不同硝酸浓度的电子垃圾渗滤液中清除钯和银离子,目的是将两种金属分离以进一步回收。由于硝酸对铂、金等贵金属的选择性较差,因此选用硝酸对电子电路板进行预处理。

图 1: 增加硝酸浓度时钯和银的吸附效果



如图 1 所示，在测试浓度范围内，钯的吸附效率保持不变，而在浓度超过 3 mol/L 时，银的吸附效率急剧下降。吸附过程为每 7.5 mL 或 10 mL 硝酸渗滤液样品中加入 50 mg **SiliaMetS Thiol** 清除剂。混合物在室温下搅拌 2h，然后过滤，用水冲洗。

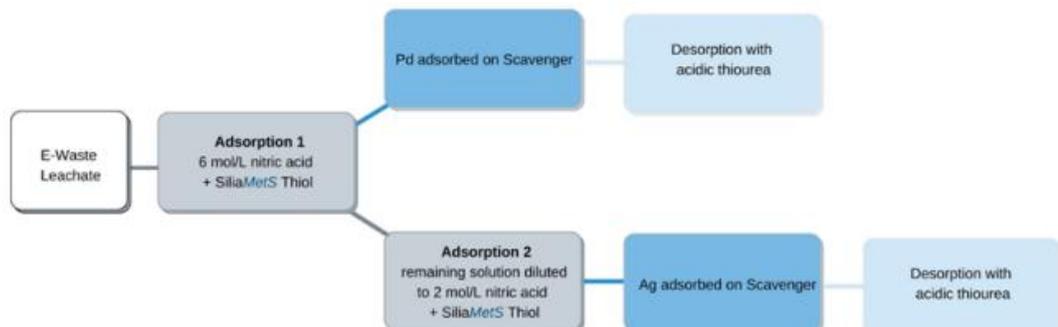
为了回收和分离金属，还测试了不同解吸溶液的效果，结果如表 1 所示。碱式硫代硫酸盐解吸硅胶清除剂中金属的效率最高，但 pH 过高也会使接枝的硅胶溶解，这与回收清除剂的目的不相符。于是酸性的 **Thiourea** 成为了次优的选择，它也能让两种金属完全解吸。不过需要注意的是，用这种方式回收并不能做到将两种金属分开，所以还得需要后续方法进一步将两种金属分离。

表 1: 解吸溶液和效率

解吸溶液和效率		
	Ag 效率 (%) (在 2 mol/L 下吸附)	Pd 效率 (%) (在 6 mol/L 下吸附)
1 mol/L HCl	1.4	1.8
3 mol/L HCl	4.7	3.7
1 mol/L H ₂ SO ₄	0.3	0.0
3 mol/L H ₂ SO ₄	0.4	0.0
0.3 mol/L Thiourea	60.6	7.2
0.5 mol/L Thiourea	82.6	7.2
7 mol/L HNO ₃	43.2	0.5
0.3 mol/L HCl + 0.3 mol/L Thiourea	101.8	47.4
0.3 mol/L HNO₃ + 0.3 mol/L Thiourea	102.6	78.8
0.3 mol/L NaOH + 0.3 mol/L Thiosulfate	107.6	27.5

因此，建议采用一种选择性的两步吸附法，在吸附步骤而不是解吸步骤将这两种分离金属。即首先用浓度为 6 mol/L 的硝酸吸附钯。第二个单独的吸附步骤是用浓度为 2 mol/L 的硝酸吸附银离子。然后使用酸性 Thiourea 溶液对这两部分材料进行解吸，效率达 80%。从而实现了两种金属的高效吸附-解吸和分离。其他微量的吸附金属杂质(铜或锡)可以在解吸过程之前使用稀释的矿物酸去除。

图 2: 从电子垃圾中去除钯和银的流程概述



参考文献: Väisänen, A. et al. Chemical Engineering Journal Adv. 2022, 10, 100280