

文章编号:1673-0062(2011)04-053-04

离子交换塔树脂转移管管径选择及树脂转移工艺试验研究

刘 清,雷泽勇*

(南华大学 机械工程学院,湖南 衡阳 421001)

摘 要:针对离子交换装置的泥沙及成本问题,设计制造试验装置.进行试验测试对比三种方案中树脂在装置中转移时的水流量和转移时间,得到最优方案.液体在装置中能较好地形成湍流,有效地冲散了树脂层,解决了泥沙问题,防止了因树脂结块而影响吸附效率.还能兼顾固定床投资成本、运行成本低和移动床操作简单的优点.

关键词:树脂转移;磨损;管径;流体流量

中图分类号:TL212.3⁺1;TQ 050.3 **文献标识码:**B

Experimental Study on Diameter Selection of the Ion Exchange Tower Resin Transfer Tube and the Resin Transfer Technology

LIU Qing, LEI Ze-yong*

(School of Mechanical Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: According to the problem of sediment and high cost, an experimental device has been designed and manufactured. Then some experiments were done in three different schemes. The water flow and time of the resin transferring in the device were compared and the optimal solution was obtained. The liquid in the device could form to turbulence well, effectively break up the resin, solve the sediment problem and prevent reducing adsorption efficiency from agglomeration of the resin. And the new device could give consideration to the low fixed bed investment and operation cost of fixed bed and the advantages of simple operation of moving bed.

key words: resin transfer; wear; pipe diameter; fluid-flow

八十年代以后,随着铀价的下降和高品位矿石的逐渐减少,低成本的原地浸出、原地爆破浸出和堆浸提铀工艺得到越来越广泛的应用^[1],经过

固液分离后得到清液.但是固液分离并不能完全去除浸出液中的泥沙,清液中还是存在悬浮的固体.泥沙进入塔内,经过长期的淤积,能使树脂

收稿日期:2011-11-10

作者简介:刘 清(1987-),男,江西吉安人,南华大学机械工程学院硕士研究生.主要研究方向:机械设计.* 通讯作者.

结块,降低吸附效率,所以减小设备对泥沙的敏感度是改进铀水冶工艺的一个关键问题.在我国铀水冶工业中,目前采用的适合与清液的离子交换设备主要有两种:一种是密实固定床,另外一种密实移动床.

密实固定床离子交换设备的优点是操作简单、投资成本、运行成本低.但是它对泥沙敏感,在操作过程中是采用反冲水来处置泥沙,这种处理工艺存在一些不足的地方.吸附塔上部反冲水出口的滤网易出现堵塞、破损问题,堵塞会使塔内压力超过安全许可压力,引发安全事故;滤网破损后会引引起树脂泄漏,影响整个系统的经济性;清洗泥沙时会清洗不干净,塔内部分地方因泥沙淤积,会使树脂吸附效率降低,会进一步影响树脂的解析.而且密实固定床采用的是间歇式操作,不易实现自动控制.密实移动床离子交换设备的优点则是对泥沙敏感度低,它的操作半连续操作,易于实现自动控制.但该塔也存在一些不足之处,树脂在各塔、管道中频繁的移动(因为是采用气力输送,运行速度较快),不仅会引起树脂磨损,增加铀回收成本,也会造成管道和各塔的磨损,缩短设备的使用寿命,同样提高了运行成本.密实移动床离子交换设备要达到密实吸附的效果,塔的高度必需在15 m以上.因此,厂房和设备的投资均较高^[2-3].

基于上述情况,离子交换设备中的泥沙问题并没有得到根本性的解决,研究开发一种新型铀水冶离子交换塔是非常有必要的.以上述问题为出发点,雷泽勇等设计出了一种新型的离子交换装置.以两个塔为一组,在两个塔顶设计以一根管子和弯头连接,装置呈一个倒U状.此装置的进液装置与出液装置完全重合,进液装置同时也是出液装置.运行中只在塔1中装填树脂,由塔底进液,液料由塔1的塔顶通过连接管进入塔2.同时由于液料的曳力和浮力作用,带动塔1内的树脂,从塔1内转移到塔2.通过互相改变液料的进出方向,实现树脂在两塔内转移.进出液装置都有沙滤装置,能有效阻止泥沙进入塔内.与此同时,液料反复冲刷树脂,使泥沙不能淤积,阻止树脂结块而影响树脂吸附效率.而且树脂在吸附完之后直接就可以进行淋洗,树脂不需要转移,降低了树脂的磨损和运行成本.

1 试验

1.1 试验方案

设计并制造一套试验装置,通过调节水的流量,观察实验现象并分别测出水进口压力,流量,

树脂高度的变化以及树脂完全通过连接管的时间等数据,根据实验数据对比得出较优的连接管管径.

1.2 试验装置

设计并制造 DN100mm 的试验装置,塔高 1 200 mm,底层为 200 mm 的过滤层,由粒径为 5 ~ 10 mm 的砂砾混合堆积而成,并用孔径为 5 mm 的滤板隔开,树脂最大运行高度为 600 mm.为了防止局部水流量过大,影响试验结果,在塔底设计 100 mm 的流体缓冲层.用一根管将两个塔在塔顶连接,并使用变径和 90°弯头使相应管径的连接管与塔体相接(如图 1).在两个塔体顶部分别安装一个直接,方便树脂的装入和三套方案中连接管的更换.用软管将两个塔、水槽、水泵和流量计等连接起来,并用阀门使之成为一个循环回路.通过各个阀门调节水的流量,使树脂在两个塔之间转移.为了能够清楚的看到树脂在塔内的运动情况,准确观察它的转移情况,树脂层的塔体选取透明的有机玻璃管,其他部分为 PP 管(PP 管也有稍微透光).

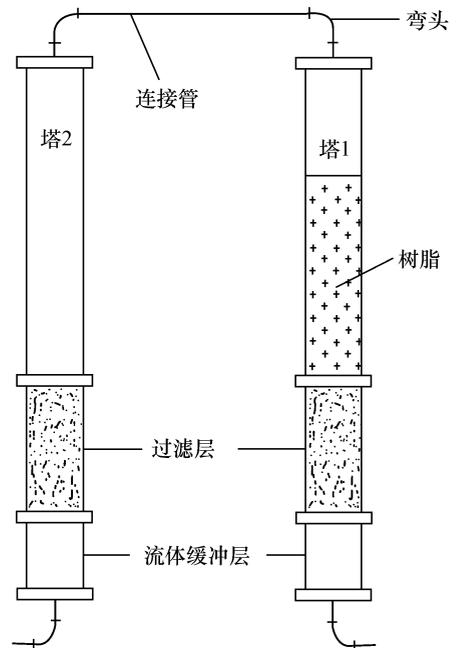


图 1 试验装置

Fig. 1 Experimental apparatus

1.3 试验树脂

本试验所用的树脂选择 408 饱和树脂.得树脂的密度为 1.11 g/cm^3 .将树脂放入水中进行溶胀,溶胀好之后用孔径为 0.6 mm 的筛子将树脂

过筛,留下粒径大于 0.6 mm 的树脂,去除剩下的部分。

1.4 试验方法

在每塔 1 过滤层中加入砂砾.将溶胀后并筛选好的 408 饱和树脂倒入大桶中并加入更多的水,再用漏斗把树脂和水一起导入塔 1 中,直到树脂层高度为 380 mm,最后加入水至充满塔 1 和塔 2.最后装上连接管,并检查连接回路的软管和阀门.系统安装好后,打开水泵,水槽中的水通过管道从塔底进入塔 1,经过过滤层到达树脂层.不断调节水的流量,观察塔内树脂的状态.当流体速度低于最小流化速度时,流体两相流处于固定床状态.随着流体速度的增加到最小流化速度,系统达到最小流化状态,床层整体均匀膨胀^[4].当流体达到更高速度时,形成湍流,系统突然分化成颗粒

集中的浓相和液体较多的稀相,并随着流体速度增加不断膨胀.最后,树脂颗粒被完全冲散,颗粒流体二相流到达弯头,并通过连接管进入塔 2.树脂颗粒在转移的过程中,刚开始时树脂颗粒间距小,树脂颗粒之间存在相互的作用力,再加上水的曳力作用,大部分树脂都能快速通过,随着树脂颗粒的减少,颗粒之间相互隔离,没有相互作用,只靠水的曳力作用向上运动,转移速度稍慢.调节水流量,测量树脂溢泛和树脂完全转移时流体的流量,得出流体流速.

2 结果与讨论

2.1 流速对管径选择的影响

分别选择内径分别为 25、50、100 mm 的连接管进行试验,结果见表 1 和图 2.

表 1 不同管径下树脂溢泛和完全转移时的流速

Table 1 The flow rates when resin overflowed and completely transferred in different tube diameters

连接管管径 /mm	溢泛时塔内流速 /($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	溢泛时管内流速 /($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	转移完塔内流速 /($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	转移完管内流速 /($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)
100	25.66	25.66	161.25	161.25
50	26.77	107.08	154.41	617.64
25	26.76	428.16	143.25	2292

从表 1 数据可知,树脂在试验装置内的溢泛流速和树脂完全转移时的流速几乎不受连接管管径的影响.树脂能否在两塔之间转移取决于树脂颗粒在装置内的受力情况,树脂所受到的重力小于浮力与流体曳力的合力时,树脂向上运动.所以主要与树脂本身的比重、液体密度和流量有关.所以,在实际应用操作中,根据树脂的比重和液料的密度等参数,能够得到装置运行的较优的液体流量,操作更为容易.树脂在转移过程中,会短暂滞留在连接管中,一段时间后,通过水的曳力作用,才能完全进入塔 2,所以连接管的长度也是会影响树脂的转移.在不影响装置运行及管路安装的情况下,连接管要尽可能短.

所以设计的关键问题还是管径的选择.利用三种不同方案进行试验,发现,连接管直径越大,树脂就更容易滞留在连接管.当连接管内径为 100 mm 时,当树脂和水通过连接管时,流体的流速小,树脂滞留情况明显.而管内径为 25 mm 时,树脂通过时很少在连接管内滞留.但是,管径越小

时,树脂间空隙率小,而且流速大,树脂与管壁摩擦大(能清楚听到树脂与管壁摩擦发出的声音),容易造成树脂的磨损.

2.2 树脂转移时间对管径选择的影响

为保证装置高效运行,另外一个关键的参数就是树脂转移的时间.树脂在不同连接管管径条件下和相同水流量下的完全转移所用时间见图 2.

再由图 2 可以看出,树脂在两塔之间转移的时间受连接管管径的影响,管径越小,树脂转移越快.而树脂的磨损情况随连接管管径的减小而增加,所以综合考虑树脂在两塔之间转移的时间以及树脂的磨损情况,选择管内径为 50 mm 的连接管作为试验最佳方案,并且作为生产设备的设计的考量基础.试验中树脂在装置内转移了 45 个来回,共 90 次.试验完之后,将树脂导出装置外,再将树脂过筛(0.6 mm),得粒径小于 0.6 mm 的树脂 55 mL,占整个树脂的 2.2%.所以树脂磨损率较低.

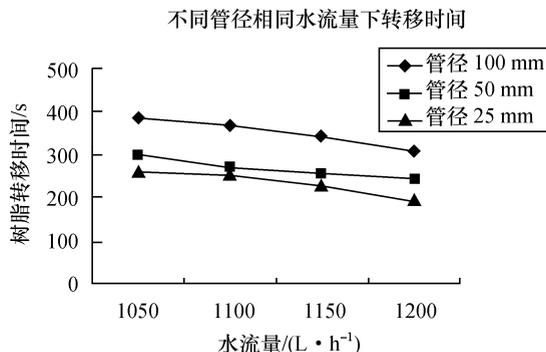


图2 树脂在不同管径相同水流量下转移所用时间

Fig. 2 The transfer time resin used in different tube diameters with the same water flow rate

3 结 论

试验过程中,装置运行良好,树脂能够实现在两塔之间的转移,达到试验基本要求.由于反复改变水的进出方向,并且流体在运行时能形成湍流,较好地冲散了树脂,使树脂不能由于泥沙淤积而结块.同时,树脂在两塔之间转移时是与液料一起转移的,减少了树脂与塔内壁和管壁的接触,降低了树脂的磨损.

在该装置中装填的树脂高度只需考虑树脂的溶胀高度,从而能装填比一般设备中更多的树脂,就增大了吸附和淋洗量,减小了设备高度,节约了成本,而且装置操作简单,只要开关各个阀门控制液体流量和内部气体量.又由于树脂能在两塔间相互转移,如需清洗或修理时只要将树脂转移到

另外一个塔中,打开人孔,就能方便地进行.所以该装置不仅能有效解决泥沙问题,防止树脂床层结垢,还能兼顾固定床投资成本、运行成本低和移动床操作简单的优点.

参考文献:

- [1] 钟平汝,雷泽勇,曾毅君. ZLX21600 型离子交换设备的研制[J]. 铀矿冶,2006,25(3):144-147.
- [2] 宫传文. 离子交换设备在我国铀提取工艺中的应用(待续)[J]. 铀矿冶,2004,23(1):31-34.
- [3] 宫传文. 离子交换设备在我国铀提取工艺中的应用(续完)[J]. 铀矿冶,2004,23(2):78-83.
- [4] 李静海,文利雄,钱贵华,等. 颗粒流体系统的不均匀性、多态性及非线性行为[J]. 中国科学:B辑,1996,26(5):445-451.