

载沥青煨后焦电炉加热再生

张凤霞¹, 宁平²

(1. 昆明冶金高等专科学校 环境与市政工程系, 云南 昆明 650083)

2 昆明理工大学 环境科学与工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 吸附了沥青烟的饱和煨后焦难于处理, 造成资源浪费及二次污染, 普通的再生法又存在各种问题. 本文采用了 1 种简单的再生方法, 即饱和煨后焦电炉加热再生法. 通过不同加热温度、载气流量、煨后焦量、再生次数的影响下进行比较, 结果表明, 饱和煨后焦在电炉加热温度为 280℃, 载气为氮气且气流速为 0.4 m³/h 时再生效果较好, 再生效率达 82.31%.

关键词: 煨后焦; 电炉加热; 热再生; 沥青烟气; 吸附方法

中图分类号: X51 文献标识码: A 文章编号: 1007-855X(2005)06-0073-04

Study on Thermal Regeneration of Asphalt-Loaded Calcined Coke by Electric Cooker

ZHANG Feng-xia¹, NING Ping²

(1. Dept of Environmental and Municipal Engineering, Kunming Metallurgy College, Kunming 650083, China)

2 Faculty of Environmental Science and Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract It is difficult to deal with saturated asphalt-loaded calcined coke, so resource waste and the second pollution are brought about, and there are many problems existing in common regeneration methods. A simple technology of regenerating asphalt-loaded calcined coke is studied in this paper, i.e. saturated asphalt-loaded calcined coke by electric cooker. Comparison is made under the influence of different temperature, carrier gas, asphalt-loaded calcined coke and regeneration times. The results show that carrier gas is N₂ and flow is 0.4 m³/h when the temperature of thermal regeneration is 280℃. This is the best effect and regeneration efficiency is 82.31%.

Key words calcined coke; heating by electric cooker; thermal regeneration; asphalt smoke; adsorption method

0 引言

在碳素制品的生产过程中, 特别是电解铝预焙阳极生坯的振动成型过程中会散发出大量的沥青烟. 根据沥青的性质, 采用煨后焦固定床吸附法进行处理. 含有沥青烟的气体通过吸附柱, 被吸附在煨后焦表面, 当吸附接近饱和时, 吸附柱出口沥青烟浓度升高, 表明吸附柱已吸附饱和, 必须对吸附柱内的煨后焦进行处理. 由于吸附过程中, 煨后焦吸附了沥青烟中的挥发冷凝物, 难于处理, 使吸附介质难以再生, 更换吸附介质又太复杂, 并且更换的介质处理又是一个问题. 废弃饱和煨后焦造成的资源浪费及二次污染问题, 极大地限制了煨后焦在各个领域中的应用, 因而寻求有效的煨后焦再生方法十分必要. 再生 (或称活化), 是指用物理或化学方法在不破坏吸附剂原有结构的前提下, 将吸附于吸附剂微孔的吸附质予以去除, 恢复其吸附性能, 达到重复使用目的. 载沥青煨后焦的再生是将饱和吸附沥青烟的煨后焦经过特殊处理, 使煨后焦恢复原来绝大部分的吸附能力, 以便重新用于吸附过程, 降低生产成本, 减少资源浪费.

目前, 各种实际应用和研究中的再生方法有热再生法、溶剂再生法、超临界流体萃取法^[1]、生物再生

收稿日期: 2004-11-15 基金项目: 中国铝业河南分公司“十五”科技攻关项目 (项目编号: 2002A02).

第一作者简介: 张凤霞 (1980~), 女, 硕士. 主要研究方向: 大气污染控制. E-mail: fengxia_zhang@hotmail.com

法、化学药品再生法^[2,3]、电化学再生法、湿式空气氧化法^[4]、催化氧化再生法以及超声再生法^[5]和光催化再生法^[6]等。

热再生法包括较低温度下使吸附质从吸附剂表面脱附解吸的过程以及较高温度下(700~1000℃)吸附质的热分解过程。热再生法的加热方式可以是直接加热,也可在再生剂的存在下进行加热,通常所使用的再生剂为低氧化性流体如水蒸汽或CO₂气体。因此,热再生法按加热方式的不同又分为低压蒸汽再生法、电炉再生法、微波加热再生、远红外再生、闷烧或焚烧再生等。对于吸附沸点较低的碳氢化合物和芳香族有机物的饱和炭,一般用100~200℃蒸汽吹脱使炭再生,再生可在吸附塔内进行。脱附后的有机物蒸汽经冷凝后可回收利用。常用于气体吸附的活性炭再生。热气吹脱方法也用于啤酒、饮料行业工艺用水前级处理的饱和活性炭再生。此方法吸附剂恢复率高,且再生效果稳定,再生率高,再生时间短,对吸附质基本无选择性。本研究采用电炉加热对饱和煨后焦进行再生。

1 试验

1.1 主要设备名称及生产厂家

表1 主要设备

Tab 1 Main equipment

设备名称	生产厂家	设备名称	生产厂家
管式电炉 623.1	上海松江电工厂	玻璃转子流量计 LZB-6	常州市勤丰流量仪表厂
再生反应器	石英玻璃管 φ20 mm × 400 mm	ACO—系列电磁空压机	广东日生集团公司
XMT—数显温控仪	上海仪川仪表厂	M P1100B 型电子天平	上海第二天平仪器厂

1.2 载气的选择

对于吸附气体的吸附剂来说,加热再生时都必须在加热的同时通入某种载气以便将解吸出的吸附质带出,通常用作载气的气体有惰性气体、水蒸气、CO₂、N₂等。例如水蒸气作载气时,必须消耗额外的能量,增加水蒸气发生装置以使水汽化,造成设备复杂、能耗大等问题。为了避免增加额外的能耗与附加的设备,必须选用一种具有化学惰性、成本相对较低的气体作为载气。经过比较和初步实验确定用氮气(工业级)作为再生载气。

1.3 试验方法

按吸附平衡实验使煨后焦静态吸附饱和。饱和煨后焦放置一段时间后,将一定质量的饱和煨后焦加入到再生柱中。再生装置如图1所示。电阻炉通过智能数显温控仪和接触调压器控制,加热电阻炉,使电阻炉在一定温度下恒定。温度恒定后,把再生柱放入管式电炉,氮气瓶中的氮气以一定流速从再生柱的一端通入,出口尾气通过脱脂棉吸收处理后排出。通过测定再生柱的重量减轻来计算再生量,直到再生柱的重量不再变化,停止再生。

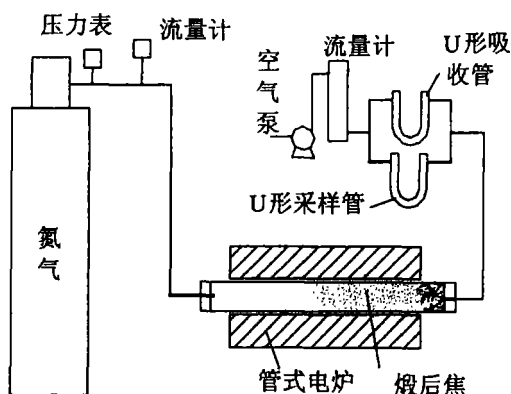


图1 煨后焦再生实验流程图

Fig.1 Flow chart of experimental calcined-coke regeneration

2 讨论

2.1 煨后焦再生效率计算方法

通过测定再生煨后焦对吸附沥青烟能力来评定再生炭的性能,煨后焦再生后静态吸附量越大,说明再生效果越好,其性能越接近新煨后焦。

再生效率^[7]可以由公式求得:
$$\text{再生效率}(\%) = \frac{\text{再生处理失重量}}{\text{再生前对吸附剂饱和吸附量}} \times 100\%$$

2.2 各种因素对再生的影响

2.2.1 温度对再生结果的影响

在载气流量与再生煨后焦量一定的情况下, 改变煨后焦的再生温度, 并对不同再生温度 (200℃、240℃、280℃、300℃、320℃) 情况下再生效率进行比较, 如图 2 所示. 由图 2 可以看出, 不同温度处理时再生效率不同, 因为温度不同沥青烟的挥发程度不同, 呈现随温度升高再生效率增高的趋势. 加热温度为 200℃ 时再生效率较低, 而加热到 320℃ 时, 再生效率与 280℃ 基本差不多, 但是考虑到加热温度越高对仪器设备的要求更高, 以及操作更加困难, 本研究选择 280℃ 为最佳再生温度, 并且在其它的再生实验中都选择 280℃ 的再生温度.

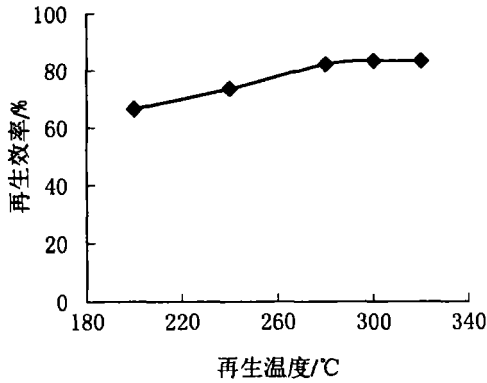


图2 再生温度与再生效率的关系

Fig.2 The relationship between regeneration temperature and regeneration efficiency

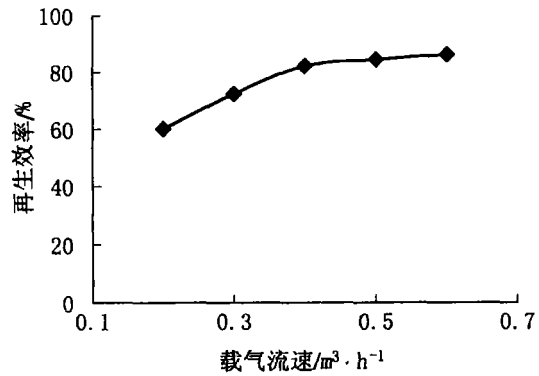


图3 载气流速与再生效率的关系

Fig.3 The relationship between loaded gas velocity and regeneration efficiency

2.2.2 载气流速对再生结果的影响

在加热温度与再生煨后焦量一定的情况下, 改变载气的流速进行再生, 比较不同载气流速时再生效率. 由图 3 可以看出, 当载气流速为 $0.2 \text{ m}^3/\text{h}$ 时, 加热煨后焦的总脱除效率达 60.02%; 当载气流速为 $0.4 \text{ m}^3/\text{h}$ 时, 加热煨后焦的总再生效率达 82.25%; 当载气流速为 $0.6 \text{ m}^3/\text{h}$ 时, 加热煨后焦的总再生效率达 86.46%. 再生效率随载气流速的增大而增大, 考虑到流量增大对设备的要求也须增大, 本研究选择 $0.4 \text{ m}^3/\text{h}$ 为最佳再生流量.

2.2.3 煨后焦量对再生效率的影响

在加热温度与载气流量一定的情况下, 称取五种不同质量的饱和煨后焦进行电炉加热再生. 煨后焦量与再生效率关系曲线如图 4 所示. 由图 4 可以看出, 再生效率随煨后焦量的增加而下降, 而且曲线变化缓慢, 煨后焦量对再生效率影响不大. 实验过程中选择煨后焦量为 20 g.

2.2.4 再生次数对再生效果的影响

为了研究煨后焦再生次数对再生效果的影响, 用粒径为 1.5~2.5 mm 的煨后焦 20 g 作吸附剂进行多次吸附和再生实验. 再生四次后, 再生效率如图 5 所示.

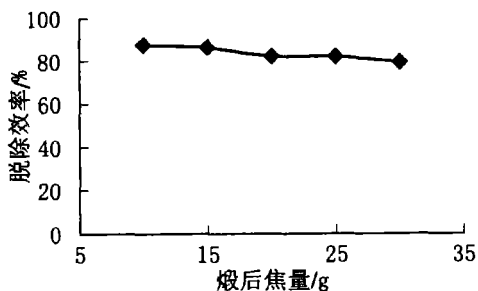


图4 煨后焦量和再生效率的关系

Fig.4 The relationship between calcined-coke mass and regeneration efficiency

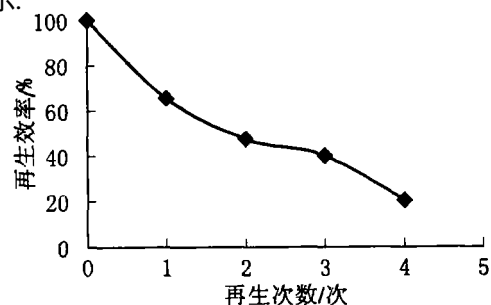


图5 再生次数和再生效率的关系

Fig.5 The relationship between regeneration frequency and regeneration efficiency

由图5可以看出, 煨后焦在常温下经第一次再生率为82.31%, 随再生次数的增加, 再生率下降. 该活性炭在经4次再生后, 再生率为20.39%. 经测定煨后焦的损耗率并不大, 产生这种现象的主要原因可能是再生过程生成的中间产物与煨后焦之间产生强烈吸附, 不易解吸, 具体原因有待进一步分析.

2.3 扫描电镜分析

对再生前后的煨后焦进行相同大倍数的电镜扫描, 并进行分析, 如图6和图7.

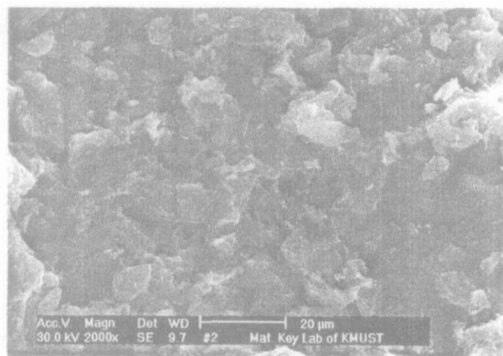


图6 吸附饱和煨后焦SEM图

Fig.6 The SEM chart of saturated calcined-coke

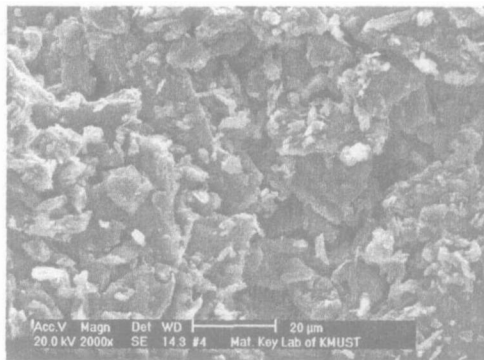


图7 再生后煨后焦SEM图

Fig.7 The SEM chart of regenerated calcined-coke

由图6可以看出, 吸附饱和的煨后焦表面有一定棉絮状物质添满空隙, 有明显的吸附沥青存在. 而图7中再生后的煨后焦存在明显的空隙, 各个空隙的空间较大, 表明空隙内的煨后焦已被再生, 但空隙内还存在少许残留物质, 不利于二次吸附. 从图中也可以看出煨后焦的表面积较大, 再生效果较好.

3 结束语

1) 本研究采用电炉加热, 通入氮气为载气对载沥青煨后焦进行再生. 从实验过程来看, 此再生方法可行.

2) 通过考查再生过程中电炉加热的温度、载气流量、饱和煨后焦量对煨后焦再生效率的影响. 选择再生温度 280℃, 载气流量为 0.4 m³/h, 饱和煨后焦量 20 g 为最佳再生条件.

3) 加热方式对再生效果的影响不大. 再生效率则随再生次数的增大而减小.

4) 用电炉加热再生操作是可行的, 能够实现低成本, 操作简单的目的, 具有应用前景.

参考文献:

- [1] 威志清, 周端美. 超临界态二氧化碳再生活性炭法治理甲苯废气[J]. 环境科学研究, 1998, 11(5): 61~64
- [2] Martin R J, N G W J. Chemical regeneration of exhausted activated carbon-1[J]. Water Res, 1984, 18(1): 59~73
- [3] Martin R J, N G W J. Chemical regeneration of exhausted activated carbon-2[J]. Water Res, 1985, 19(12): 1529~1535
- [4] 赵建夫, 等. 湿式氧化再生活性炭研究进展[J]. 世界科学, 1998, (3): 23~25
- [5] 王三反. 超声波再生活性炭的初步研究[J]. 中国给水排水, 1998, 14(2): 24~26
- [6] 刘守新, 张世润, 孙承林. 木质活性炭的光催化再生[J]. 林产化学与工业, 2003, 23(2): 12~16
- [7] 沈万慈, 曹乃珍. 膨胀石墨吸附重油后再生问题的研究[J]. 炭素, 1996, (1): 1~3