

白碳黑干燥热风炉换热器的设计

刘俊劭

(南平师范高等专科学校 化学与环境工程系, 福建 南平 353000)

摘要 本文主要根据白碳黑干燥热风炉工作的特点从工艺和结构设计方面提出一些优化的方案。

关键词 换热器 优化设计

中图分类号: Q949.22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-5963(2004)04-0069-02

The Design on Heat Exchange of White Carbon Black Insiccation Hot Air Oven

LIU Junshao

(Chemistry & Environmental Engineering Department of Nanping Teachers College, Nanping, Fujian 353000)

Abstract This article introduces the idea of the design of white carbon black insiccation hot air oven, bases on its characteristics the author proposes some improved schemes on technology and structure.

Key words heat exchange improved design

1 引言

热交换设备是工业生产中为实现物料之间热量传递的一种工艺设备,合理设置和使用换热器在能源日趋紧张的今天尤为重要。在液相法白碳黑生产的最后一道工艺中,需要用大量洁净高温空气作干燥介质干燥白碳黑。洁净的高温空气是以煤燃烧产生的高温烟道气通过热风炉换热器加热洁净的空气。

2 设计步骤和计算

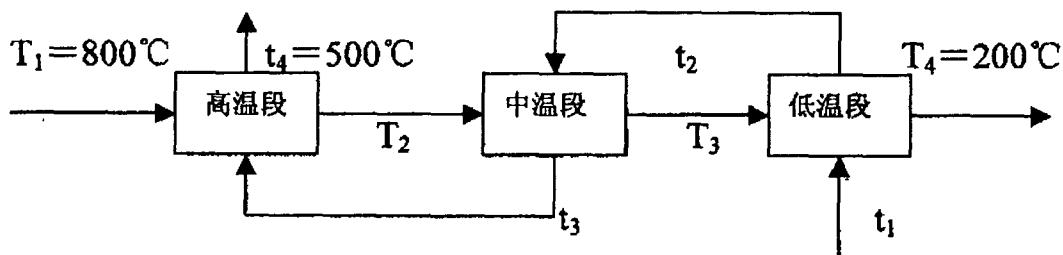
2.1 设计的工艺条件

以南平嘉联化工厂白碳黑干燥热风炉所需的生产任务为背景。空气经过滤袋等处理后得到洁净空气,进入热风炉换热器进行热交换后温度升至 500℃ 左右,流量为 29.36m³/s。加热介质由煤在燃烧炉产生的高温烟道气用引风机,引入换热器温度从 800℃ 左右换热后降至 200℃ 左右,回收余热后放空。

2.2 设计方案

2.2.1 设计流程的选择

本换热器的冷热两种介质温度变化的跨度比较大(高温流体从 1073K 左右变化到 573K 左右,低温流体由常温 293K 升至 773K 左右),由于冷热流体都是气体,气体的热膨胀系数对设备的设计是一个不可忽略的问题。根据进出口的气体的体积流量变化大,在设计时采用分段换热的设计方案,在不同的段上使用不同管径来使管内流速在一个合适的范围内。从工艺方面考虑段数越多热膨胀的影响越小,但对工艺流程的设置就越复杂,故一般采用三段设置(高温段、中温段和低温段)如图所示。



在此换热过程中高温介质是由煤燃烧后通过引风机直接进入热风炉的烟道气,而低温介质是经过净化处理的空气。

2.2.2 热风炉的结构设计热风炉换热器处理的情况较为特殊属于非标准设备,这样必须在设计中根据实际情况和工艺条件的要求进行考虑。从机械加工和安装的方面考虑将整个热风炉换热器的外型设计为一个长方形。壳程的流体通道为方型,内设三组 U 型管。由于进出口温差较大,使用 U 型换热管的优点是:首先,其有一端可以自由伸缩的自由端,这样热补偿的问题得到解决;其次,冷空气经过净化其所带杂质少,走管内维护工作少。而高温介质烟道气所夹带的灰尘量大令其走壳程便于进行污垢的清理,虽然高温

收稿日期:2004-09-17

作者简介:刘俊劭(1978—),男,汉族,主要研究方向:化工研究。

在壳程会带来一定的能量损失,但由于外型是方型安装保温材料等保温措施容易,维护简便。

2.2.3 热风炉换热器各段温度设置

热风炉换热器从以上的分析分成三段,在设计过程中如何对三段的能量进行分配是设计中的一个主要问题,不同的方案将有不同的结果和热效率。首先,考虑到设备加工的方便,采用三段完全相同结构的方案。这种设计方案的优点是结构简单,只用一种型号的换热管,但由于温度跨度较大,在不同的段间体积流量变化大。在低温段的管内流速慢传热系数小,在高温段管内的流速快造成流体的流动阻力大。其次,考虑到计算方便采用在不同的段高温的烟道气或受热的干燥空气的温度降相等来计算,其优点是计算方便,但不能达到换热面积最小。考虑到换热器在冷热流体的进出口温度相同的条件下,逆流操作的对数平均温度差最大,故设计中采用三段换热器的对数平均温度差相等作为温度的分配条件。

作为总体为逆流的换热器其理想的对数平均温度差是:

$$\Delta t_m = \frac{(T_1-t_4)-(T_4-t_1)}{\ln[(T_1-t_4)/(T_4-t_1)]}$$

各段的对数平均温度差分别是:

$$\Delta t_{m1} = \frac{(T_1-t_4)-(T_2-t_3)}{\ln[(T_1-t_4)/(T_2-t_3)]}$$

$$\Delta t_{m2} = \frac{(T_2-t_3)-(T_3-t_2)}{\ln[(T_2-t_3)/(T_3-t_2)]}$$

$$\Delta t_{m3} = \frac{(T_3-t_2)-(T_4-t_1)}{\ln[(T_3-t_2)/(T_4-t_1)]}$$

在设计中取 $\Delta t_{m1} = \Delta t_{m2} = \Delta t_{m3}$ 则有

$$\Delta t_m = \frac{(T_1-t_4)-(T_2-t_3)}{\ln[(T_1-t_4)/(T_2-t_3)]} = \frac{(T_2-t_3)-(T_3-t_2)}{\ln[(T_2-t_3)/(T_3-t_2)]} = \frac{(T_3-t_2)-(T_4-t_1)}{\ln[(T_3-t_2)/(T_4-t_1)]}$$

$$\Delta t_m = \frac{[(T_1-t_4)-(T_2-t_3)] + [(T_2-t_3)-(T_3-t_2)] + [(T_3-t_2)-(T_4-t_1)]}{\ln[(T_1-t_4)/(T_2-t_3)] + \ln[(T_2-t_3)/(T_3-t_2)] + \ln[(T_3-t_2)/(T_4-t_1)]}$$

$$= \frac{(T_1-t_4)-(T_4-t_1)}{\ln[(T_1-t_4)/(T_4-t_1)]}$$

由此可见,各段的对数平均温度差都能工作在较佳的条件下,所以在设计中采用各段对数平均温度相等的条件下进行设计。

3 热风炉换热器设计步骤

- (1)根据分段方案和温度分配原则计算各段的进出口温度;
- (2)根据进出口温度计算各流体的物性;
- (3)选择合适的流速,选择合适的管径和根数,确定管子的排列方式;
- (4)计算冷热两侧的传热系数和总传热系数;
- (5)计算换热面积、换热管的长度;
- (6)圆整,进行面积核算和阻力的核算。

4 结束语

本设计能根据白碳黑干燥热风炉的特点,采用三段换热的工艺流程是合理的,避开由于温差大而造成的一系列的问题。采用U型管的内管使结构简单、清灰容易。等对数平均温差的温度分配方案,使传热的推动力较大,减少换热面积,使换热器结构紧凑,节省了设备的投资。

参考文献

- [1]陆美娟.化工原理.北京:化学工业出版社,2001.1.
- [2]林素娟等.包钢炼铁厂热风炉余热回收装置设计和使用.包钢科技,2004.1,(Vol30).
- [3]宋长华.换热器优化设计中的平均温度差计算.重庆电力高等专科学校学报,2003,(Vol8).
- [4]谢涛.列管式换热器的优化设计.广西民族学院学报(自然科学版),1999,(Vol5).
- [5]李汉.优化设计管壳式换热器.化工设计,2003,13(4).
- [6]魏琪.气——气热管换热器设计的一种优化方法.能源研究与利用,1992,(No1)