

SMK--II 型管壳式换热器 用于化肥厂变换工段*

杨建州

(郑州工学院化工系)

摘 要: 本文介绍了一种新型管壳式换热器及其在化肥厂合成氨变换工段作为气—气换热设备的使用情况。

关键词: 管壳式换热器, 高效换热器

中图分类号: TK172

普通管壳式换热器的总传热系数一般是比较低的, 特别是用于气—气换热过程更低。多年以来人们一直研究在保持管壳式换热器优点的同时提高它的总传热系数。1992年9月通过的由化工部主持鉴定的 SMK--II 型管壳式换热器将内插物技术、减小传热死区技术和防止壳侧流体短路技术的优点集中一体, 取得了显著强化传热的效果。它的工业化应用首先是在化肥厂合成氨变换工段作为气—气换热设备。在变换工段的工业运行中表明: 它不仅强化传热效果好、流体阻力小、重量轻、造价低和安装运输方便等, 而且还具有温度特性稳定、操作弹性大和再开车恢复生产快等优点。在合成氨变换过程中起着其它换热器迄今还没有取得的有利作用。

1 工业应用

某小化肥厂扩产后安装了一台可用于年产 4.5 万吨—5 万吨合成氨的换热面积为 356m^2 的 SMK--II 型管壳式换热器与普通管壳式换热器和折流杆换热器相比, 它的高度要低得多。这给运输和安装带来了方便。表 1 是实测的新型换热器的传热性能和液体力学效果对照表。

变换工段气体流程为:

半水煤气压缩二段→预饱和塔→主饱和塔→汽水分离器→换热器管内→电加热器→中变炉→换热器管间→蒸汽过热器→低变炉→水加热器→主热水塔→预热水塔→软水预热器→冷却塔→碳化

* 收稿日期: 1993—01—07

表 1

设备名称	SMK—II 型换热器	原管壳式换热器
换热面积, m^2	$F = 356$	$F = 600$
实际处理量, 合成氨吨/年	3.6 万	2.0-2.2 万
管程半水煤气进出口温度, $^{\circ}\text{C}$	140—310	180—350
壳程变换气进出口温度, $^{\circ}\text{C}$	420—190	450—225
变换系统总压降, MPa	0.03	0.05—0.08
设备总重量, 吨	15.121	19.330
设备能力, 合成氨吨/年	4.5 万	2.5 万
备 注	均按管中径计算换热面积	

根据传热速率方程 $Q = F \cdot K \cdot \Delta t_m$, 假设其它条件相同, 得强化传热倍数 $n = K_{\text{新}} / K_{\text{旧}} = (QF)_{\text{新}} / (QF)_{\text{旧}}$, 将表 1 中的数据代入得 $n = 3.03 \sim 2.75$, 即 SMK—II 型换热器强化传热可达 3 倍左右。从表 1 可见, 当新换热器处理量为 3.6 万吨合成氨/年时, 变换系统总压降仅 0.03MPa; 原普通管壳式换热器处理量为 2.2 万吨合成氨/年时, 变换系统总压降就已达 0.05MPa—0.08MPa。根据变换系统中其它设备内的压降分布可推出新换热器内部的总压降是这小于 0.01MPa 的, 远比普通换热器的小得多。新换热器使变换系统总压降下降 50% 左右。由此推出, 新换热器与原普通换热器相比, 压降的幅度远大于 50%, 具有明显的节能效应。下表是一组对新式换热器温度技术特性测试的数据。

表 2

时间, 92 年 6 月 28 日	一班	二班	三班
折合合成氨日产量, 吨	11.5	92.7	83.6
变换系统总压降, MPa	0.03	0.022	0.02
管程半水煤气进出口温度, $^{\circ}\text{C}$	140—310	140—310	140—310
壳程变换气进出口温度, $^{\circ}\text{C}$	420—190	420—190	420—190

从表 2 可以明显看出, 在产量变化幅度相当大时, 管程和壳程的进出口温度均能保持不变, 中变炉的正常稳定操作要求变换温度尽量稳定。因而 SMK—II 型换热器在变换工段表现出的这一特性对变换过程有着特殊意义。

用户使用报告称: 原普通换热器在气量波动时, 经常带电炉作业。在采取了提高下层触媒温度后 (高时达 $460 \pm 5^{\circ}\text{C}$), 进口温度保证在 380°C 左右甚至以上时方可维持生产。自新换热器 1992 年 2 月到位后, 中变触媒没有更换, 下层触媒温度按 $410 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 控制, 进口温度一直仅为 310°C , 气量波动为高达 40% 时, 仍能高产稳产运行。由于降低了中变温度 50°C 左右, 汽气比明显下降。半水煤气的蒸汽添加量减少了一半左右。另外由于新换热器换热效率比较高, 导致升温比较快, 使临时停车再开车恢复生产快, 几乎无需再启动

电炉。

2 效益分析和推广应用

某化肥厂除了节省大笔设备费和运输安装方便外, SMK—II 型换热器换热的高效性和阻力的微小性还给它带来如下效益:

2.1 节汽效果显著。进中变炉一段的半水煤气原来需要提高到 380°C 左右才能使中变稳定进行。现在触媒没有更换的条件下 310°C 就可以使中变过程稳定进行。降低中变温度可使变换所需要的汽气比明显下降。汽气比每降低 0.1, 蒸汽用量就可减少 $275\text{kg}/\text{吨氨}$ 。据分析, 每吨合成氨节汽可在 400kg 以上, 半年累计节约蒸汽用量数万吨, 直接经济效益数十万元。

2.2 节电效果显著。原变换系统阻力为 $0.05\text{--}0.08\text{MPa}$, 现仅为 $0.02\text{--}0.03\text{MPa}$ (而且是在气量大幅度提高情况下的系统阻力)。据计算每吨合成氨节电在 100 度以上。自新式换热器到位以来, 为稳定生产和再开车时常要开启的电炉从未再启动过。半年累计节电近 300 万度。

2.3 操作弹性大和稳定性高。在系统气量变化高达 40% 以上时, 新换热器管程和壳程进出口温度变化几乎均为零 (在仪表上看不出变化)。为稳定生产而设置的半水煤气付线除了在含氧较高时偶而启动外, 几乎不再开启。自去年 2 月新换热器到位以来, 班产、日产、月产连续破记录。与 91 年同期相比, 产量提高了 50% 左右。

全国有千余家小化肥厂, 每年需要更换数百台气—气管壳式换热器。由于 SMK—II 型可节省一半以上的钢材且可降低一半以上的成本, 仅此一项就可节省钢材数千吨和节约设备费数千万元。每年小化肥厂产氨约 1000 万吨。按每吨节电 100 度和节汽 400kg 计, 全国小化肥厂仅变换工段就可因此节电 10 亿度和节汽约 400 万吨。以上仅是就小化肥厂而言。它同样也适用大中化肥厂。该换热器也广泛适用于化工、石化、动力、原子能、制药、制冷、食品、轻工等工业和科学研究领域中的有相变和无相变的间壁换热过程, 推广开来, 可为国家节省大量金属材料 and 能源。经济效益和社会效益是巨大的。

3 结束语

SMK—II 型管壳式换热器用作化肥厂合成氨变换工段气—气高效换热器是成功的, 效益也是明显的。如果结合具体工艺过程和操作条件进行优化设计和制造还可以取得更为显著的效果。今后应在这方面作进一步的研究, 为我国的氮肥工业和其它工业作出贡献。

参 考 文 献

- (1) 郑州工学院. SMK—II 型管壳式换热器鉴定会资料汇编. 1992
- (2) 陈幼松, 华南平. 小型合成氨厂变换工段操作数据手册. 化学工业出版社. 1991
- (3) 石油化学工业部化工设计院主编. 小氮肥厂工艺设计手册. 石油化学工业出版社. 1979

(下转 24 页)

生产硝酸之后小氮肥企业摆脱困境的一条可行的必由之路。

5 几点值得注意的问题

5.1 全国小氮肥厂 1000 余家都在困境之中, 开发甲醇一定要接受历史教训, 不可一轰而上, 盲目改造, 要由国家、地方统筹规划、严格审批、因地制宜、择优改造, 做到建一个成功一个, 经济上见效益一个。特别在开发甲醇时最好把相应的深加工下游产品同时开发, 有条件的企业, 要一齐考虑深加工第三代产品等。

5.2 甲醇产品是液体, 运输和贮存都比碳铵复杂、困难得多, 因此在开发甲醇的同时必须考虑下游产品的深加工, 力求就地消化, 少量外销也考虑其半径要小。

5.3 综合利用惰性气, 据测定每生产一吨甲醇要排放 738m^3 的惰性气, 另有 50m^3 的惰性气溶解于粗甲醇中, 在甲醇贮槽中排放。排放气中 $\text{CO}=17\%$, $\text{H}_2=74\%$; 贮槽气中 $\text{CO}=15\%$, $\text{H}_2=45\%$ 。这部分气体要综合回收利用可制取双氧水或作燃料气, 也可返回氨合成系统作原料气, 否则要千万极大的浪费。

5.4 甲醇残液的处理, 粗甲醇经精馏后变成精甲醇, 其消耗定额为 1.1 吨粗甲醇, 精馏残液中多为副反应生成的高级醇、酸、醛、酮、醚等, 不可任意排放, 要综合利用, 既增加经济效益, 又要满足环保要求。

(上接 20 页)

An Application of SMK --II shell-Tube Heat Exchanger To Chemical Fertilizer Plants

Yang Jian-zhou

(Zhengzhou Institute of Technology)

Abstract: This paper introduces a new and high effect Shell—Tube heat exchanger and its an application to chemical fertilizer plants.

Keywords: Shell-tube heat exchanger, high effect heat exchanger