

弓形折流板换热器中折流板对换 热器性能的影响

黄文江 张剑飞 陶文铨

(西安交通大学动力工程多相流国家重点实验室, 陕西 西安 710049)

摘 要 本文采用 Bell-Delaware 换热器设计方法研究了传统弓形折流板换热器加热轻油时在不同管束排列角度下, 改变换热器壳侧折流板间距以及改变折流板的窗口高度对管壳式换热器的壳体内径、换热管数目、壳侧换热系数及壳侧压降的影响。

关键词 管壳式换热器; 弓形折流板; 结构优化

中图分类号: TK124 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-231X(2007)06-1022-03

THE EFFECT OF BAFFLE PARAMETERS ON THE PERFORMANCE OF SEGMENTAL-BAFFLE HEAT EXCHANGERS

HUANG Wen-Jiang ZHANG Jian-Fei TAO Wen-Quan

(School of Energy and Power Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract In this paper the Bell-Delaware method is adopted to study the traditional segmental-baffle heat exchangers in heating the light oil with different array of tube bundle. The effects of the baffle parameters (such as the tube arrangement, spacing between baffles) on the heat exchanger structural parameters and performance (such as the shell diameter, the tube number, the heat transfer coefficient and the pressure drop in the shell side) are discussed in detail.

Key words shell-and-tube heat exchanger; segmental baffle; structure optimization

1 引 言

换热器是广泛应用于石油、化工、动力、医药、冶金、制冷、轻工等行业的一种通用设备, 其中管壳式换热器应用最为广泛。管壳式换热器具有制造容易, 生产成本低, 选材范围广, 清洗方便, 适应性强, 处理量大, 工作可靠, 且能适应高温高压的一系列优点, 因而在石油、化工、能源等行业的应用处于主导地位。在换热器向高温、高压、大型化发展的今天, 随着新型高效传热管的不断出现, 使得管壳式换热器的应用范围得以扩大, 更增添了管壳式换热器新的生命力^[1]。

本文对于广泛应用的弓形折流板换热器, 采用美国 Delaware 大学化学工程系于 1947 年到 1963 年间提出的 Bell-Delaware 换热器设计方法^[2~4] 研究了弓形折流板换热器在加热轻油时其壳侧折流板参数对换热器性能的影响。

2 折流板参数对换热器性能影响

对于传统的弓形折流板换热器, 改变换热器壳侧折流板的数目、折流板间距及改变壳侧折流板的窗口高度都会对换热器性能产生一定的影响, 下面将分析在固定热负荷下改变折流板间距及折流板窗口高度对管壳式换热器的几何尺寸、换热管数目、壳侧换热系数及壳侧压降等的影响。

2.1 管壳式换热器设计条件

(1) 换热介质:

①壳程介质: 轻油; 流量: 22.4 kg/s; 进 / 出口温度: 89.8°C/147.3°C。

②管程介质: 水蒸气; 进 / 出口温度: 178°C/178°C。

(2) 换热管几何参数:

换热管规格为 $\phi 16 \times 1.24$ mm, 有效长度为 2.276

收稿日期: 2007-03-14; 修订日期: 2007-10-05

基金项目: 教育部科学技术研究重点(重大)项目资助(NO.306014); 国家重点基础研究发展计划项目(973)资助(No.2007CB206902)

作者简介: 黄文江(1983-), 男, 江西吉水人, 硕士研究生, 主要从事工程热物理方面的研究。

m, 管间距为 20.8 mm。

2.2 折流板间距对换热器性能影响

对于上述的固定热负荷的换热器设计, 固定折流板切口比例为 24%, 在不同管束排列方式下改变换热器壳侧折流板数目 (如表 1 所示) 对换热器性能影响如图 1~6 所示:

表 1 折流板数目和间距参数

折流板数目 Nb	6	7	8	9	10	11
折流板中心间距 (mm)	320	280	250	225	205	185
折流板端口间距 (mm)	338	298	263	238	215.5	213

从图 1~4 可以看出, 随着换热器壳侧折流板数目的增加, 壳侧传热系数和压降逐渐增大, 换热管数目和壳体内径逐渐减小。但是传热系数增加、换热管数目和壳体内径减小的趋势逐渐减缓, 而压降增加的趋势则加大。因为随着折流板数目的增多, 壳侧的“Z”形流动更加接近理想横流, 且折流板通道面积减小, 使流体横流管束的速度增大, 壳侧 Re 数增大, 换热系数提高, 压降增大, 所需的换热管数目减少, 壳体内径减小。从图 5~6 可以看出相同 Re 数下, 30° 叉排时壳侧摩擦因子远远大于 90° 和 45° 排列时的摩擦因子, 因此 30° 叉排时壳侧压降最大, 且 30° 叉排时具有最高的管束布置密度, 与 90° 顺排和 45° 叉排相比, 相同壳体下可以多容纳 15% 的管子数目^[5], 因而其壳体内径最小。

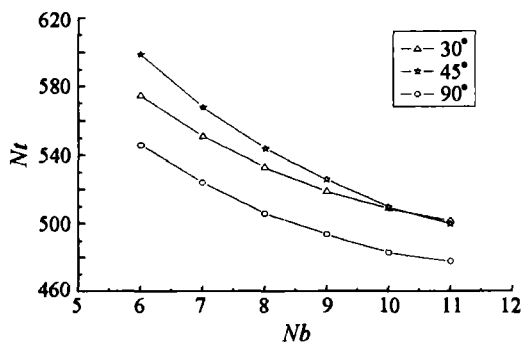


图 1 换热管数目 Nt 随折流板数目 Nb 的变化

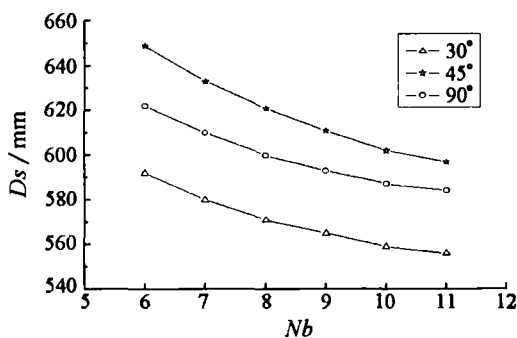


图 2 壳体内径 D_s 随折流板数目 Nb 的变化

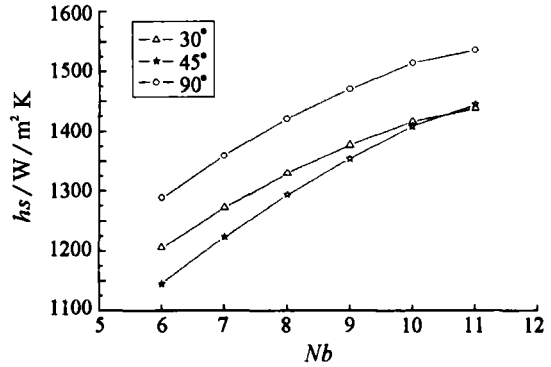


图 3 壳侧传热系数 h_s 随折流板数目 Nb 的变化

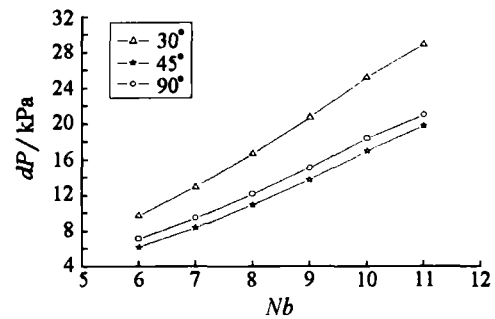


图 4 壳侧压降 dP 随折流板数目 Nb 的变化

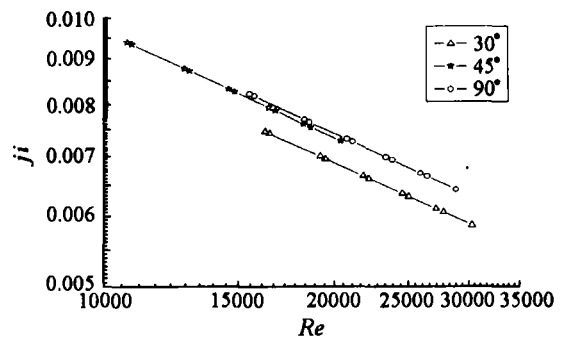


图 5 壳侧传热因子 j_i 随壳侧 Re 数的变化

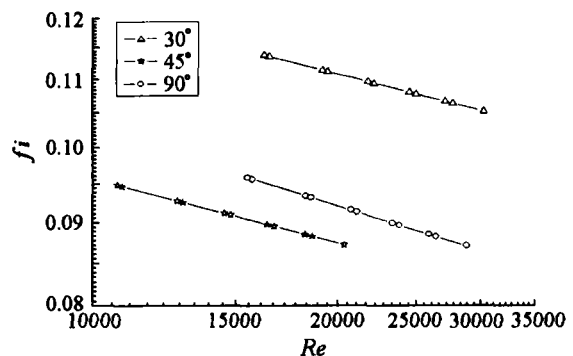


图 6 摩擦因子 f_i 随壳侧 Re 数的变化

2.3 折流板窗口高度对换热器性能的影响

对于上述固定热负荷换热器设计, 固定折流板数目为 8 块, 中心板间距为 250 mm, 进、出口区域折流板间距为 263 mm, 将折流板切口高度比例由

20% 逐渐变化到 49% 时, 在不同管束排列方式下对换热器性能影响如图 7~10 所示:

从图 7~10 可以看出, 随着折流板窗口高度的增加, 换热器壳侧传热系数降低, 压降减少, 换热管数目增多, 壳体内径增大, 且壳侧传热系数降低、换热管数目增多及壳体内径增大的趋势是逐渐加大的, 而压降减少的趋势是减缓的。这是因为随着折流板窗口高度的逐渐增加, 壳侧流体流动偏离理想横流流动的程度就越大。

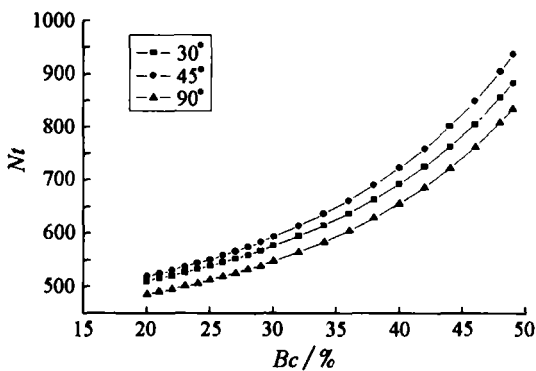


图 7 换热管数目 N_t 随折流板窗口高度 B_c 的变化

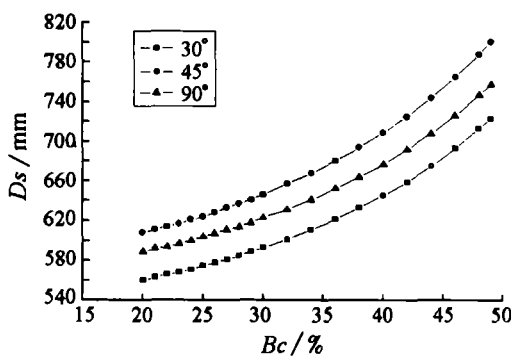


图 8 体内径 D_s 随折流板窗口高度 B_c 的变化

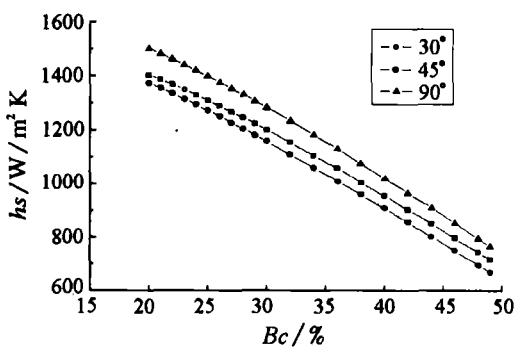


图 9 壳侧传热系数 h_s 随折流板窗口高度 B_c 变化

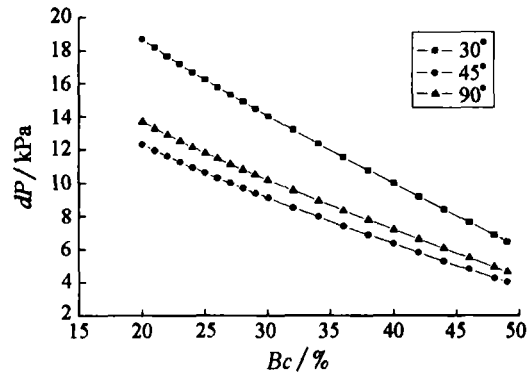


图 10 壳侧压降 dP 随折流板窗口高度 B_c 的变化

3 结 论

本文通过 Bell-Delaware 换热器设计方法研究了弓形折流板换热器在不同的管束排列下, 折流板的参数对换热器性能的影响, 得出以下结论:

(1) 弓形折流板换热器中折流板数目越多, 折流板间距越小, 换热器的壳侧传热系数越大, 壳侧压降也越大, 所需换热管数目就越少, 壳体内径越小。但是传热系数的增加, 换热管数目和壳体内径减小的趋势逐渐减缓, 而压降的增加的趋势则加大。

(2) 折流板窗口高度越高, 换热器壳侧传热系数越低, 压降越小, 换热管数目越多, 壳体内径越大, 且壳侧传热系数的降低、换热管数目增多及壳体内径增大的趋势是逐渐加大的, 而压降减少的趋势是减缓的。

(3) 30° 叉排时换热器壳侧压降最大, 但 30° 叉排时具有最高布管密度, 比之 45° 和 90° 的排列方式具有较小的壳体内径。

参 考 文 献

- [1] 钱颂文, 主编. 换热器设计手册. 北京: 化学工业出版社, 2002. 1-5
- [2] Bell K J. Delaware Method for Shell Side Design. In: Palen J W. ed. Heat Exchanger Sourcebook. Washington: Hemisphere Publishing Corporation, 1986. 129-166
- [3] 毛希澜, 主编. 换热器设计. 上海: 上海科学技术出版社, 1988. 116-117
- [4] E U 施林德尔, 主编. 换热器设计手册 (第三卷). 马庆芳, 马重芳, 译. 北京: 机械工业出版社, 1988. 42-100
- [5] 朱聘冠, 主编. 换热器原理及计算. 北京: 清华大学出版社, 1987. 258-260