

新型导向圆盘形浮阀塔板的流体力学性能

李群生¹ 许莉¹ 李通¹ 周士红¹ 王宝华^{2*}

(1. 北京化工大学 化学工程学院, 北京 100029; 2. 北京中医药大学 中药学院, 北京 100029)

摘要: 在内径为 $\Phi 600$ mm, 板间距为 350 mm 的有机玻璃塔内, 以空气-水为物系, 对新型导向圆盘形浮阀塔板进行冷膜实验。对 3 种不同开孔率的该种塔板进行流体力学性能测试, 测定了不同气速和液流强度下的板压降、雾沫夹带、漏液等流体力学参数, 回归得到了新型导向圆盘形浮阀塔板的干板压降和湿板压降的计算公式。实验结果表明, 筛孔气速在 3 ~ 11 m/s 的范围内, 新型导向圆盘形浮阀塔板的干板压降和湿板压降都要低于 F1 型浮阀塔板。雾沫夹带随筛孔气速和液流强度的增大而增大, 新型导向圆盘形浮阀塔板的雾沫夹带与 F1 型浮阀接近, 空塔气速操作上限都在 2.0 m/s 左右。漏液随着气速的增大而减小, 随着液流强度的增大而增大, 新型导向圆盘形浮阀塔板的漏液要明显低于 F1 型浮阀塔板, 空塔气速操作下限在 0.53 m/s 左右, 而 F1 浮阀的空塔气速操作下限在 2.6 m/s 左右。

关键词: 圆型浮阀塔板; 导向塔板; 流体力学; 开孔率

中图分类号: TQ053.5

引言

气体和液体间的传热和传质过程, 例如精馏、吸收及解析等, 在许多工业生产中都是主要的单元操作过程。因此, 新型的传质塔设备的设计, 性能研究和优化在工业上具有很重要的意义^[1]。目前, 汽-液传质过程中广泛应用的塔设备主要有板式塔和填料塔两大类型。板式塔由于结构较为简单, 易于放大, 造价较低^[2], 所以目前仍广泛应用于化工、炼油、食品、轻工等许多部门, 其中以圆盘形浮阀塔板和筛板塔板应用最为广泛。

圆盘形浮阀塔板具有传质效率高, 操作弹性大等优点, 但是传统的圆盘形浮阀塔板依然存在着不足^[3-4]: (1) 液层梯度大, 液体返混较大; (2) 在塔板边缘由于不能安装浮阀, 容易产生传质死区; (3) 浮阀阀盖上方无鼓泡区, 其上方气液接触状况较差, 造成塔板的传质效率降低; (4) 当物料黏度比较大时, 塔板上浮阀密布, 在一定程度上也阻碍了物料前进, 导致高黏度物料在塔板上运动非常迟缓, 影响塔板传质。

相比于传统圆盘形浮阀塔板的优点和缺点, 新型导向圆盘形浮阀塔板的结构特点有: (1) 采用顶上开有导向孔的浮阀, 增加阀盖上方气液接触; (2) 在塔板上的浮阀之间开设导向孔, 加速塔板上的液体流动, 减少液体返混; (3) 塔板边缘的导向孔个数多于塔板中间区域, 以推动塔板边缘的物料流动, 减少边缘传质死区。本文对新型导向圆盘形浮阀塔板进行了流体力学实验, 得到了新型导向圆盘形浮阀塔板的基础数据, 为合理设计新型导向圆盘形浮阀塔板提供依据。

1 实验部分

1.1 实验装置与流程

本实验在常温常压条件下, 以空气-水系统为实验物系进行冷膜实验。实验在塔径为 $\Phi 600$ mm, 板间距为 350 mm 的有机玻璃装置中进行, 实验塔内包括两块实验塔板, 一块雾沫捕集板及一块气体分布板。其中实验塔板为本课题组开发的新型导向圆盘形浮阀塔板, 塔板结构如图 1 所示。

实验装置流程图如图 2 所示, 实验采用固定液体流速改变气速的方法进行^[5-6]。含有氧气的水通过离心泵 9 由塔顶进入实验塔 1, 空气由风机 3 从塔釜进入实验塔, 气液两相在塔板上错流接触。用 U 型压差计测得压降差, 用量筒 5 和 6 收集雾沫和漏液。

收稿日期: 2011-07-04

基金项目: 中国石化股份有限公司资助项目(X501021)

第一作者: 男, 1963 年生, 教授

* 通讯联系人

E-mail: wbaohua1@163.com

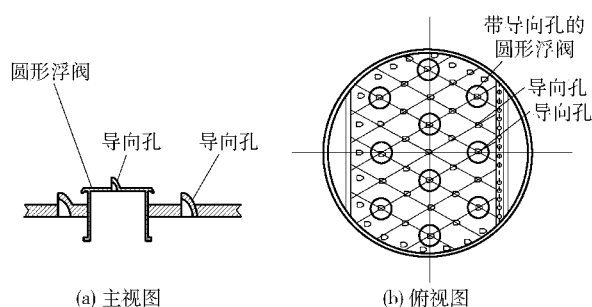
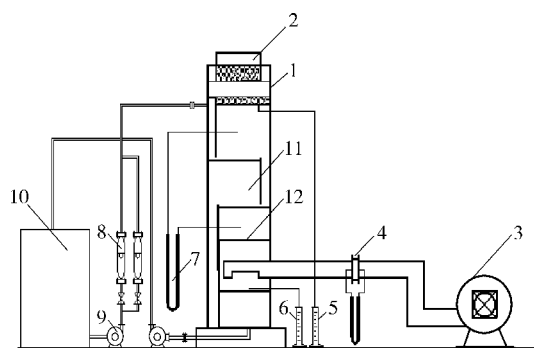


图1 新型导向圆盘形浮阀塔板结构图

Fig. 1 Structure of the new flow-guided round floating valve tray



1—板式塔; 2—雾沫捕集板; 3—风机; 4—孔板流量计; 5、6—测量容器; 7—压差计; 8—转子流量计; 9—抽水泵; 10—水槽; 11—实验塔板; 12—气体分布板

图2 新型导向圆盘形浮阀塔板实验装置流程图

Fig. 2 Experimental apparatus of the new flow-guided round floating valve tray

1.2 新型导向圆盘形浮阀塔板结构参数

本实验对3种不同开孔率的新型导向圆盘形浮阀塔板进行实验,这3种开孔率的塔板结构参数详见表1。

表1 新型导向圆盘形浮阀塔板结构参数

Table 1 Structural parameters of the new flow-guided round floating valvp tray

塔板	开孔率/%	浮阀个数	导向孔个数
1#塔板	14.86	27	76
2#塔板	18.77	34	98
3#塔板	23.49	43	115

2 结果与讨论

2.1 塔板压降

塔板压降是气相通过塔板的流动阻力,是重要的流体力学参数之一。塔板压降不仅影响塔设备的操作性能,而且也直接决定了塔设备的生产能力和

传质效率^[7]。本实验测定的是单层塔板的干板压降和湿板压降。

2.1.1 干板压降

干板压降是在塔板上没有液体的情况下^[8],改变风速所测得的板压降,是气体通过塔板上的机械开孔所产生的阻力损失。如图3是3种不同开孔率的塔板的干板压降与孔气速平方的关系图。

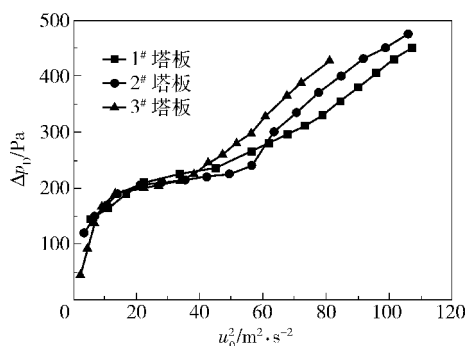


图3 3种不同开孔率塔板干板压降的比较

Fig. 3 Comparison of dry pressure drop between trays with different porosity

从图3可以看出,干板压降随孔气速平方的增大而增大,但是分为斜率不同的3段。以3#塔板为例分析。

第一阶段,浮阀还没有开启。即图3中 u_0^2 小于 $9(\text{m/s})^2$ 的时候,干板压降随着孔气速平方的增大而迅速增大。这个阶段,气体通过导向孔和塔板上的初始开缝流动,与开孔类塔板类似。因此,采用式(1)所示的关联式。

$$\Delta p_D = \xi F_0^2 / 2 = \xi u_0^2 \rho_g / 2 \quad (1)$$

式(1)中, Δp_D 为干板压降,Pa; ξ 为阻力系数; F_0 为孔动能因子, $(\text{m/s})(\text{kg/m}^3)^{0.5}$; u_0 为孔气速,m/s; ρ_g 为气体密度, kg/m^3 。

用式(1)拟合3#塔板第一阶段,得关联式为

$$\Delta p_D = 18.286 u_0^2 + 7.5 \quad (2)$$

适用范围为 u_0 在 $1.50 \sim 3.0 \text{ m/s}$,拟合的精度系数 $R^2 = 0.985$ 。

第二阶段,浮阀开启但未全开,呈歪斜状态^[6]。即图3中 u_0^2 在 $9 \sim 33.8(\text{m/s})^2$ 之间时,干板压降随孔气速平方变化很小,呈非常平缓的增长。这个阶段,随着孔气速的增大浮阀开度相应增大,阀孔的缝隙气速则变化很小,故阻力主要是克服阀体重量而引起的。理论上,干板压降不随气速而变化,但是由于阀腿和阀孔的摩擦力等因素,导致这个阶段干板压降也随孔气速平方增大而增大,但非常平缓。因

此,第二阶段的干板压降可以表示为式(3)。

$$\Delta p_D = \xi_1 m_v g / A_v + \xi_2 u_0^2 \rho_g / 2 \quad (3)$$

式(3)中, Δp_D 为干板压降,Pa; ξ_1, ξ_2 为阻力系数; m_v 为阀重,kg; A_v 为安装状态下阀片的投影面积, m^2 ; u_0 为孔气速, m/s ; ρ_g 为气体密度, kg/m^3 。

用式(3)拟合 3#塔板第二阶段,得关联式为

$$\Delta p_D = 1.078 u_0^2 + 175.455 \quad (4)$$

适用范围为 u_0 在 $3.0 \sim 5.8 m/s$,拟合的精度系数 $R^2 = 0.991$ 。

第三阶段,浮阀完全开启。即图 3 中 u_0^2 大于 $33.8 (m/s)^2$ 时,干板压降随气速平方的增大变化明显。这个阶段的塔板压降主要为摩擦阻力,与开孔类塔板类似,但是阻力大小和第一阶段有所不同,要考虑气体通过阀的阻力。因此,第三阶段的干板压降可以表示为式(5)。

$$\Delta p_D = (\xi_3 + \xi_4 / L_f^2) u_0^2 \rho_g / 2 \quad (5)$$

式(5)中, Δp_D 为干板压降,Pa; ξ_3, ξ_4 为阻力系数; L_f 为浮阀升程,m; u_0 为孔气速, m/s ; ρ_g 为气体密度, kg/m^3 。

用式(5)拟合 3#塔板第三阶段,得关联式为

$$\Delta p_D = 4.845 u_0^2 + 33.823 \quad (6)$$

适用范围为 $u_0 > 5.8 m/s$,拟合的精度系数 $R^2 = 0.9928$ 。

图 4 是开孔率为 17.8% 的普通 F1 型浮阀塔板的干板压降^[9]和开孔率为 18.77% 的新型导向圆盘形浮阀塔板的干板压降的对比图。从图 4 中可以看出当开孔率接近时,新型导向圆盘形浮阀塔板的干板压降要明显低于普通 F1 型浮阀塔板的干板压降,且压降变化平缓的区域明显比 F1 型浮阀塔板长。

2.1.2 湿板压降

湿板压降是指塔板上有液层时,气体通过塔板的压降,反映了塔板的操作性能。湿板压降理论上由气体通过塔板的机械阻力和通过塔板上液层的阻力两部分组成。本文通过实验,研究了孔动能因子和液流强度两个参数对湿板压降的影响。以 3#塔板为例分析。

图 5 是 3#塔板在不同液流强度下的湿板压降与孔动能因子 F_0 的关系图。由图 5 可见,湿板压降变化有一个转折点。在 F_0 小于 $7.638 (m/s) (kg/m^3)^{0.5}$ 时湿板压降基本趋于稳定,变化增幅比较小;但当 F_0 大于 $7.826 (m/s) (kg/m^3)^{0.5}$ 以后,压降随着 F_0 快速增大。且湿板压降随着液流强度的增大而增

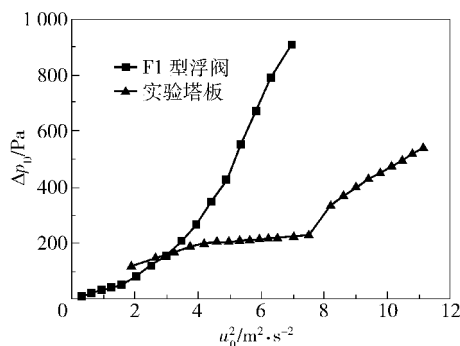
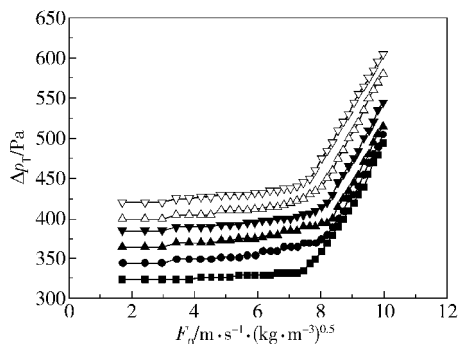


图 4 F1 型浮阀塔板和新型导向圆盘形浮阀干板压降的比较

Fig. 4 Comparison of dry pressure drop between the F1 floating valve tray and the new flow-guided round floating valve tray

大。这是由于在湿板状态下,气体的流动与干板时不同,不存在阀体倾斜阶段。由于液封的作用,气体首先从塔板上液层最薄地方的浮阀中通过,并使该处浮阀处于全开状态,随气速增大浮阀的开启分率增大,所以这个阶段压降变化很小。当气速达到一定值时,所有浮阀都处于全开状态,压降随气速平方快速增大。



■ $L_w = 8.11 m^3 / (m \cdot h)$; ● $L_w = 10.81 m^3 / (m \cdot h)$; ▲ $L_w = 13.51 m^3 / (m \cdot h)$; ▼ $L_w = 16.22 m^3 / (m \cdot h)$; △ $L_w = 18.92 m^3 / (m \cdot h)$; ▽ $L_w = 21.62 m^3 / (m \cdot h)$

图 5 不同液流强度下湿板压降比较

Fig. 5 Comparison of wet pressure drop for different flow intensity

通常计算湿板压降的关联式主要有加和式、准数关联式和与气速相关联的关系式^[6]。其中准数关联式更能清晰看出其关键影响因素。常见的准数关联式有^[7]

$$\Delta p_T = A W_k^a L^b h_w^c r_G^d r_L \quad (7)$$

$$\Delta p_T = a (W_k^a / 2g) r_G + bL + ch_w + dr_L + e^\sigma + \dots \quad (8)$$

式(7)~(8)中: Δp_T 为湿板压降, Pa; W_k 、 L 、 h_w 、 r_G 、 r_L 、 σ 等为塔板的结构参数和性能参数; A 、 a 、 b 、 c ...为系数和指数,由实验求得。在固定板间距、固定堰高和固定物系条件下,塔板压降主要受气相孔动能因子,液流强度的影响。对 F_0 小于7.638 (m/s) (kg/m^3)^{0.5}的曲线采用式(7)拟合,对 F_0 大于7.826 (m/s) (kg/m^3)^{0.5}的曲线采用式(8)拟合,得到3#塔板的湿板压降关联式(9)~(10)

$$\Delta p_T = 177.575 F_0^{0.0379} L_w^{0.2659} \quad (9)$$

F_0 的适用范围为1.708 ~ 7.638 (m/s) (kg/m^3)^{0.5},拟合的精度系数 $R^2 = 0.986$ 。

$$\Delta p_T = 8.903 L_w + 66.571 F_0 - 259.436 \quad (10)$$

F_0 的适用范围为7.826 ~ 9.958 (m/s) (kg/m^3)^{0.5},拟合的精度系数 $R^2 = 0.977$ 。

图6是液流强度为13.51 m³/(m·h)下3种不同开孔率的塔板的湿板压降和孔动能因子的关系图。从图6中可以看出,在液流强度和孔气流速一定的情况下,开孔率大的湿板压降越小,且开孔率大的塔板浮阀全部开启所需的空塔动能因子越大。

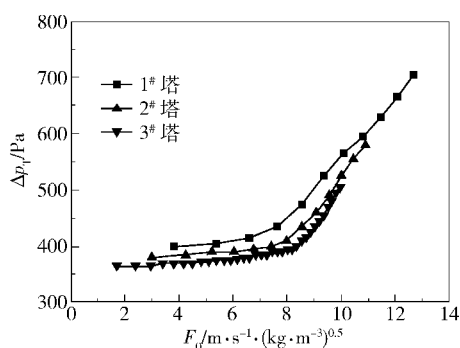


图6 同一液流强度不同塔板湿板压降的比较

Fig. 6 Comparison of wet pressure drop for different trays

图7是相同液流强度下,开孔率都在18%左右的普通F1型浮阀塔板^[10]和新型导向圆盘形浮阀塔板的湿板压降的对比图。从图7中可以看出当开孔率接近时,在很大的动能因子范围内,新型导向圆盘形浮阀塔板的湿板压降要明显低于普通F1型浮阀塔板。

2.2 雾沫夹带

塔板上的雾沫夹带是由于操作气速较高,气液接触传质后,由于分离空间高度不足,气体将液滴带到上层塔板的现象。雾沫夹带(e_v)是反映塔板气相负荷上限的重要参数之一,雾沫夹带是塔内纵向返混的形式之一,理论上会降低塔板的传质推动力,从而导致塔板传质效率降低。但当雾沫夹带量相对低

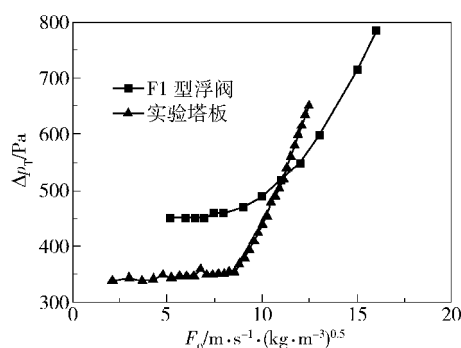
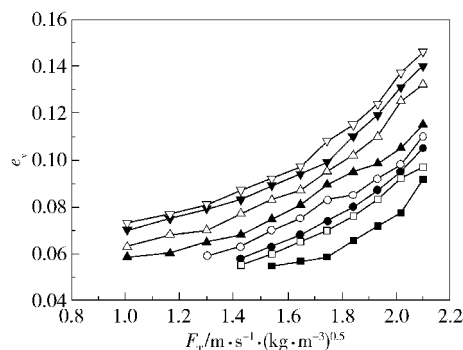


图7 F1型浮阀塔板和新型导向圆盘形浮阀湿板压降的比较

Fig. 7 Comparison of wet pressure drop between the F1 floating valve tray and the new flow-guided round floating valve tray

时,不会对传质推动力有明显的降低,塔板仍属于正常的操作,因此塔设备操作允许一定的雾沫夹带。工业上推荐以雾沫夹带不超过10%为塔设备设计的上限^[7]。

本实验是在一定溢流堰高的条件下,测定了空塔动能因子、液流强度、不同开孔率对新型导向圆盘形浮阀塔板雾沫夹带的影响。图8是雾沫夹带与空塔动能因子 F_T 关系图,从图8中可以看出雾沫夹带(e_v)随着 F_T 的增大而增加,随着液体流量的增加也增大。以1 kg 气体夹带0.1 kg 的液体作为 e_v 的气相负荷上限,在很大的气速范围内,新型导向圆盘形浮阀塔板的雾沫夹带都在工业允许范围之内,气速操作上限和F1型浮阀塔板接近,空塔动能因子 F_T 都在2.1 (m/s) (kg/m^3)^{0.5}左右^[11]。



■ $L_w = 5.41 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; □ $L_w = 8.11 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; ● $L_w = 10.81 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; ○ $L_w = 13.51 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; ▲ $L_w = 16.22 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; △ $L_w = 18.92 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; ▼ $L_w = 21.62 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; ▽ $L_w = 24.32 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$

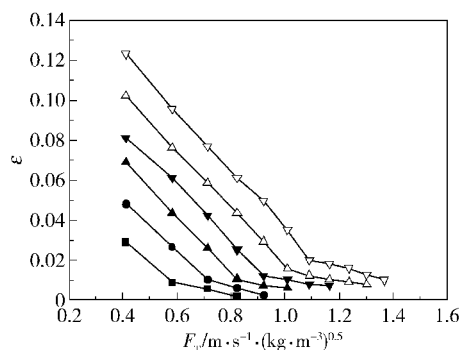
图8 不同液流强度下雾沫夹带的比较

Fig. 8 Comparison of entrainment for different flow intensities

2.3 漏液

当塔板在低气相负荷操作时,液体将穿过筛孔和阀孔流到下一层塔板上,塔板处于漏液状态。塔板漏液也是塔板间返混的形式之一,在漏液状态下操作,会导致气液接触不充分,导致塔板效率低,而且严重的漏液会使塔板产生较大的压力波动,从而存在引起塔设备振动的危险。理论上应该避免在漏液工况下操作,但与雾沫夹带相同,在实际操作中允许一定的漏液发生。在工业上,把泄漏 10% 作为精馏塔板的操作下限^[7]。

在一定溢流堰高的条件下,通过实验,测定了空塔动能因子、液流强度、开孔率对新型导向浮阀塔板漏液量的影响。图 9 是 3[#] 塔板的漏液率与空塔动能因子 F_T 的关系图。从图 9 可以看出,新型导向圆盘形浮阀塔板在很低的气速下的漏液量也比较小,而且 F_T 增大后漏液很快就消失了。气速操作下限为空塔动能因子 F_T 在 $0.6 (\text{m/s})(\text{kg/m}^3)^{0.5}$ 左右,而 F1 浮阀的气速操作下限为空塔动能因子 F_T 在 $3 (\text{m/s})(\text{kg/m}^3)^{0.5}$ 左右^[11],所以新型导向圆形浮阀的漏液要远远小于 F1 浮阀塔板,更适合在低气速下操作。



■ $L_w = 8.11 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; ● $L_w = 10.81 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; ▲ $L_w = 13.51 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; ▼ $L_w = 16.22 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; △ $L_w = 18.92 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; ▽ $L_w = 21.62 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$

图 9 不同液流强度下漏液率的比较

Fig. 9 Comparison of weeping rates for different flow intensity

3 结论

(1) 新型导向圆盘形浮阀塔板有较低的干板和湿板压降,孔气速在 $3 \sim 11 \text{ m/s}$ 的范围内,新型导向圆盘形浮阀塔板的干板压降和湿板压降都要低于 F1 型浮阀塔板。且孔气速在 $3 \sim 6 \text{ m/s}$ 的范围内,压降几乎保持恒定。

(2) 新型导向圆盘形浮阀塔板的漏液比 F1 型

浮阀塔板要小,空塔气速为 0.53 m/s 时,漏液也在 10% 以内,该种塔板比较适合在低气速下操作。

(3) 新型导向圆盘形浮阀塔板的雾沫夹带相比于 F1 浮阀塔板没有很大的优势,气速操作上限和 F1 型浮阀塔板接近,空塔动能因子 F_T 都在 $2.0 (\text{m/s})(\text{kg/m}^3)^{0.5}$ 左右。

符 号 说 明

A —系数

A_v —安装状态下阀片的投影面积, m^2

a, b, c —指数

e_v —雾沫夹带率

F_T —空塔动能因子, $(\text{m/s})(\text{kg/m}^3)^{0.5}$

F_0 —孔动能因子, $(\text{m/s})(\text{kg/m}^3)^{0.5}$

L_w —液流强度, $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$

L_t —浮阀升程, m

m_v —阀重, kg

Δp_D —干板压降, Pa

Δp_T —湿板压降, Pa

u_0 —板孔气速, m/s

$W_k, L, h_w, r_G, r_L, \sigma$ —塔板的结构参数和性能参数

ε —漏液率

$\xi, \xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4$ —阻力系数

ρ_g —气体密度, kg/m^3

参考文献:

- [1] Alizadehdakhel A, Rahimi M, Alsairafi A A. CFD and experimental studies on the effect of valve weight on performance of a valve tray column [J]. Computers and Chemical Engineering, 2010, 34(8): 1-8.
- [2] 郭建荣. 板式塔技术进展[J]. 煤化工, 2003(5): 48-51.
- Guo J R. Progress in tray column technology [J]. Coal Chemical Industry, 2003(5): 48-51. (in Chinese)
- [3] 王树楹, 高长宝, 兰仁水. 板式塔研究进展[J]. 化学工程, 2003, 31(3): 21-26.
- Wang S Y, Gao C B, Lan R S. Progress in the research of trays [J]. Chemical Engineering, 2003, 31(3): 21-26. (in Chinese)
- [4] 潘忠滨, 姚克俭, 李育敏, 等. 新型浮阀塔板研究进展[J]. 化工进展, 2005, 24(9): 956-963.
- Pan Z B, Yao K J, Li Y M, et al. Research progress in new valve trays [J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2005, 24(9): 956-963. (in Chinese)
- [5] 皮耀, 李群生, 田云苗. 导向固定阀型塔板上气液流体力学性能的研究[J]. 化工进展, 2005, 24(增刊):

- 111-114.
- Pi Y, Li Q S, Tian Y M. Hydrodynamic performance of flow-guided fixed valve trays[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2005, 24(Suppl): 111-114. (in Chinese)
- [6] 李群生, 田原铭, 常秋连. 新型高效规整填料性能研究[J]. 北京化工大学学报: 自然科学版, 2008, 35(1): 1-4.
- Li Q S, Tian Y M, Chang Q L. Performance of new style high efficient structured packing[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology: Natural Science, 2008, 35(1): 1-4. (in Chinese)
- [7] 兰州石油机械研究所. 现代塔器技术[M]. 2版. 北京: 中国石化出版社, 2005.
- Lanzhou Machinery Research Institute. The modern column techniques[M]. 2nd Ed. Beijing: China Petrochemical Press, 2005. (in Chinese)
- [8] 李伟锋, 李群生, 杨明. 新型导向复合塔板流体力学性能研究[J]. 北京化工大学学报: 自然科学版, 2010, 37(3): 31-34.
- Li W F, Li Q S, Yang M. Hydromechanical properties of flow-guided compound trays[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology: Natural Science, 2010, 37(3): 31-34. (in Chinese)
- [9] 卫广业, 苏宏, 苏彦文, 等. 导向浮阀和F1型浮阀的性能研究[J]. 科技进展, 2001(8): 20-23.
- Wei G Y, Su H, Su Y W, et al. Study on performance of directed valve trays and F1 valve tray [J]. Advances Science & Technology, 2001(8): 20-23. (in Chinese)
- [10] 马俊宏, 华志明, 王建亮, 等. 新型浮阀塔板的流体力学性能[J]. 化工进展, 2006, 25(8): 942-946.
- Ma J H, Hua Z M, Wang J L, et al. Hydrodynamic characteristics of new type valve trays[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2006, 25(8): 942-946. (in Chinese)
- [11] 李玉安, 路秀林, 赵培. 导向浮阀塔板和F1型浮阀塔板的比较[J]. 石油化工, 1996, 25(8): 563-567.
- Li Y A, Lu X L, Zhao P. Comparison of directed valve trays and F1 valve tray[J]. Petro Chemical, 1996, 25(8): 563-567. (in Chinese)

A new flow-guided round floating valve tray and its hydromechanics

LI QunSheng¹ XU Li¹ LI Tong¹ ZHOU ShiHong¹ WANG BaoHua²

(1. College of Chemical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029;

2. School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China)

Abstract: A cold-flow model experiment with a new flow-guided round floating valve tray has been conducted in a $\Phi 600$ mm Perspex column with an air-water system. Three trays with different hole area ratios were studied. Hydro-mechanical parameters such as tray pressure drop, entrainment and weeping of trays were measured and the regression model of the dry plate pressure drop and wet plate pressure drop were obtained. According to the results, the tray pressure drop of the experimental tray was significantly lower than for an F1 floating valve tray with sieve pit gas velocity in the range 3 - 11 m/s. The entrainment of the experimental tray increased with sieve pit gas velocity and liquid flow rate, and was close to the value for F1 floating valve trays. The upper limit of the gas velocity was 2.0 m/s. The weeping rate of the experimental tray increased with liquid flow rate, and there was a negative relationship between weeping rate and sieve pit gas velocity. It was also found that the weeping rate of the experimental tray was significantly lower than that of the F1 floating valve tray. The lower limit of the gas velocity was 0.53 m/s, whereas the value for the F1 floating valve tray under the same conditions was 2.6 m/s.

Key words: round floating valve tray; flow-guided tray; hydromechanics; hole area ratio