

波纹板填料轻烃脱水过程的研究

马云

(天津怀仁制药有限公司,天津 300381)

摘要:本文进行了波纹板填料轻烃脱水过程的实验研究,为设计波纹板填料轻烃脱水器和开发高效的波纹板轻烃脱水填料提供了依据。本文所建立的波纹板填料轻烃脱水的数学模型的模拟计算结果和实验结果能较好地吻合。

关键词:液液分相流动;波纹板填料;轻烃脱水

中图分类号:O 781 文献标识码:A 文章编号:1008-1267(2004)04-0026-03

随着石油工业的迅速发展,尤其是石油产品深加工的发展,综合利用具有广泛用途的轻烃,对于提高企业的经济效益有着越来越明显的价值。轻烃主要是由 $C_2 \sim C_{12}$ 的链状饱和脂肪及其异构体等多组分组成的烃类混合物,具有易燃、熔点低、在水中溶解度很小等特点,具有广泛的用途。轻烃的来源主要有:各油田、采油厂提取的 $C_4 \sim C_8$ 的混合物—轻质油;原油初馏塔、原油常压分离塔等产生的塔顶油;天然气田、油田开采中的凝析油;炼油厂产生的轻烃^[1]。在含水轻烃中,水一般以分散项和轻烃水化物的形态存在。轻烃与水的分离过程实际上是不互溶的水滴与连续相的轻烃分离过程的具体体现。如何经济有效地脱出轻烃中的水正被科技工作者所重视和关注。

本文介绍采用波纹板填料进行轻烃脱水的实验研究。

1 脱水过程的特点

图 1 表明波纹板填料轻烃脱水过程^[2]。含水轻烃(水为分散相)进入脱水器后,经过液体分布器均匀进入波纹板填料,随着液体的流动,同时由于重力和浮力的作用,水滴沉降到作为聚结元件的波纹板上表面进行聚结、分离,分离好的烃和水沿各自

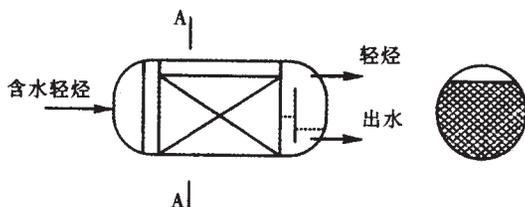


图 1 波纹板填料脱水器

的出口排出。

波纹板填料作为聚结元件,实现了浅池原理和聚结技术的良好结合,体现为以下优点^[3]。

①波纹板填料将分离器分割为多层通道,缩短了分散相的沉降(或浮升)距离(浅池原理),提高了脱水效率;

②液流在填料通道内的流动路程呈“之”字形,从而为水滴在波纹板表面的粘附聚结和水滴之间的碰撞聚结提供了更多的机会;

③波纹板填料为轻烃脱水提供了较大的分散相聚结表面积;

④波纹板填料波峰处更有利于聚结水滴的沉降和固体颗粒的下沉。

在研究时,由于波纹板正反交错放置,波纹板填料轻烃脱水器以波纹板填料作为聚结元件,其内部流体的流动过程较为复杂。为了理论分析需要,鉴于波纹板填料的倾斜面可以看成倾斜板,而且波纹板的聚结机理与斜板类似,我们将波纹板按照等比表面过程可以认为是烃水两相通过图 2 所示通道的并流和逆流分离的组合过程^[4]。

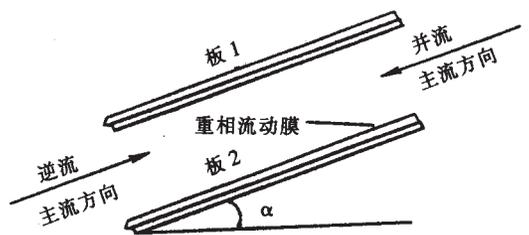


图 2 斜板间液液分离流动形

逆流过程是指当烃水两相分散体系的主流方向为由下至上沿流板板间通道流动, 而分散相水滴所形成的重相流动膜的排出方向与分散体系的主流方向相反时的过程; 并流过程是指当烃水两相分散体系的主流方向为由上至下沿流体板间通道流动, 而分散相水滴所形成的重相流动膜的排出方向与分散体系的主流方向相同时的过程。并流、逆流实际上是指液液两相分层流动的流向之间的关系。

在烃水两相分散体系流经倾斜平板通道的分离过程中, 水滴随着烃相流动, 同时在重力的作用下而下沉。当水滴沉降至下平板的上表面时, 便与板面吸附、聚结, 由此产生一由重相水滴所组成的沿板壁面向下流动的流动膜。此后, 重相流动膜流至平板下端就沉降到容器底部重相水层中, 从而完成了分离过程。

2 脱水实验研究

波纹板填料轻烃脱水是一种新型的分离方法, 其结构参数对分离效率影响很大, 目前尚未有这一方法的相关文献。本文前面述及波纹板填料轻烃脱水过程的特点, 这里进一步研究轻烃脱水过程的影响因素, 寻找提高分离效率的方法, 同时为轻烃脱水装置的设计提出设计方法, 改进和开发更为高效的轻烃脱水填料。

本实验以大庆某公司原油稳定塔塔顶含水轻烃(主要成分 $C_4 \sim C_8$) 为研究对象, 在操作压力为 0.1 MPa 的条件下, 进行轻烃脱水的实验研究。

2.1 轻烃脱水研究设计要求

轻烃脱水研究设计要求是:

- (1) 工艺先进, 处理效率高, 脱水效率 > 80%;
- (2) 脱水过程为连续操作, 在线控制并检测含水量;
- (3) 经济实用, 占地少、投资省、能耗低、操作管理简便可靠。

2.2 实验方案

波纹板填料轻烃脱水的能力与效率受许多因素的影响, 因此需要确定最佳条件以提高分离效率, 达到最好的分离效果。

通过查阅文献、理论分析, 以及结合实际经验, 本实验初步确定填料厚度、波纹板比表面、轻烃流量、入口轻烃含水浓度、温度等 5 个因素为影响分离效率的主要因素, 并且各因素间不存在交互作

用。为了减少操作条件的变化而获得最为有效的试验信息, 本实验采取了正交试验法。鉴于实际生产的需要, 本实验轻烃脱水这一过程采取连续操作的方式进行, 因此入口轻烃含水浓度和实验温度都不能设定为实验需要的值, 所以这两个因素不适合通过正交试验法予以分析。

考虑上述情况, 本实验采用 3 因子 2 水平的试验, 先用 $L_4(2^3)$ 正交表。如表 1、表 2 所示。对波纹板比表面(①)、填料厚度(②)、轻烃流量(③)三个因素对轻烃脱水的分离效率的影响进行研究。同时, 在同一试验条件下, 改变入口轻烃的含水浓度以获得多组实验结果, 通过比较、分析确定入口轻烃的含水浓度对轻烃脱水的分离效率的影响。

表 1 影响因素与水平

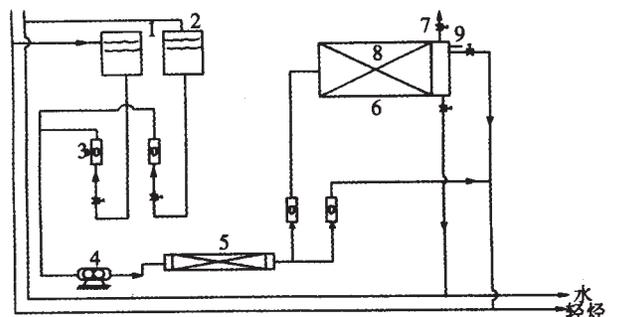
因子 \ 水平	1	2
①	250	500
②/mm	1 200	1 800
③/ m^3h^{-1}	2.86	4.29

表 2 $L_4(2^3)$ 正交实验安排表

实验号 \ 列号	①	②	③
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

2.3 轻烃脱水实验流程及主要特点

针对该公司轻烃脱水的设计要求, 本实验采取了如图 3 所示的实验流程, 整个过程为连续操作, 具体的工艺设计如下:



1. 高位轻烃罐; 2. 高位储水罐; 3. 转子流量计; 4. 齿轮泵; 5. 静态混合器; 6. 轻烃脱水器; 7. 排气口; 8. 波纹板填料; 9. 取样口

图 3 轻烃脱水实验流程

- (1) 该实验的在线控制仪是通过远红外射频频导纳(FR 射频频导纳)轻烃与水界面检测仪系统, 将监测

轻烃与水的界面信号导入微处理控制盘,再将信号反馈到电动调节阀,以此调节轻烃、水出口开关,从而实现连续操作。(2)为了保证在改变脱水器入口含水轻烃流量的情况下,其粒径分布恒定,该实验在静态混合器与脱水器之间设计了旁路。(3)为使脱水器进料分布均匀,本实验采用多股进料形式。(4)该实验的脱水器拆卸容易,便于更换作为分离、聚结内件的填料型式。

2.4 实验装置中的主要设备

轻烃脱水器:该实验轻烃脱水器为长 2 000 mm、宽 610 mm、高 810 mm 的卧式圆柱体,其中安放波纹板填料作为分离、聚结内件,填料放置数量及填料型式由实验研究确定。本实验分别采用 250NP 波纹板填料和 500 NP 波纹板填料。

静态混合器:静态混合器促使轻烃与水充分混合,本实验选择了 SV-3.5/50-6-50B.B 型混合器,长高为 1 m,直径为 50 mm。

3 实验结果

3.1 温度对分离效果的影响

温度对烃-水系统的相平衡有明显的影响,主要表现在随着温度的升高,烃与水的互溶度增大,三相平衡点的压力也随之增高。在压力变化不大的情况下,适当地降低轻烃与水的分离温度将有助于减少轻烃的含水量。

3.2 轻烃含水量对分离效果的影响

所有正交试验的结果和模拟计算的结果都能够说明入口轻烃含水量对分离效果的影响,即当波纹板比表面、波纹板组长、入口轻烃流量一定的情况下,随着入口轻烃含水浓度的增大,出口轻烃的水含量也增大了,同时,脱水器的分离效率也提高了。

3.3 波纹板填料比表面对轻烃脱水效率的影响

实验结果表明,填料比表面的大小对脱水器的分离效果有着较大程度的影响。增大波纹板填料比表面,则会提高脱水器的效率,降低出口轻烃的含水浓度。原因在于填料的比表面积增大,就会使轻烃和水赖以分相的聚结表面更大,同时水滴沉降的距离也有缩短,因此提高了分离效率。

参考文献:

- [1] 孔繁景,等.轻烃水化物生成条件的预测[J].油气田地面工程,1989,17(5):23-24,26.
- [2] Martin Thew. Hydrocyclone redesign for liquid-liquid separation[J]. the Chemical engineer, 1986,(7,8):17-23.
- [3] Nezhati K, Thew M T. Aspects of the performance and sacling of hydrocyclones for use with light dispersions [J]. In:Proc 3rd int Conf on Hydrocyclones, UK: Oxford. 1987, 167-179.
- [4] Yong G A B, Wakley W D, Taggart D L et al. Oil-water separation using hydrocyclones:An experimental search for optimum dimensions [J]. J of Petroleum Science and Engineer, 1994,(11):37-50.

A study on the separation process of light Hydrocarbon-water with corrugated plate packages

MA Yun

(Tianjin HuaiRen Pharmacy co., ltd., Tianjin 300381,China)

Abstract: We study the separation process of light hydrocarbon-water with corrugated plate packages by experiments. All those have provided the theoretical basis for design of the corrugated plate separators and the development of new types of higher efficiency packages for light hydrocarbon-water separation.

Satisfactory agreements have been obtained between the calculated and experimental values of outlet concentration in a corrugated plate separator.

Key words: Liquid-liquid stratified two-phase flows; corrugated plate packages; light hydrocarbon-water separation