

超重力精馏与反应耦合回收甲醇

蒋晓霄*, 丁金伟, 洪凯伦, 黄江, 程磊
(浙江亚光科技股份有限公司, 浙江温州 325000)

摘要:针对企业反应过程生成甲醇副产物回收工艺进行设计改造。基于超重力旋转精馏床具有传质效率高、设备体积小的优点,将超重力精馏床与反应釜耦合,改变传统反应过程甲醇回收方式。改造后工艺可实现反应过程副产物甲醇与水的分离,给企业节省了大量能耗和管理成本,比传统甲醇回收工艺具有明显优势。

关键词:超重力精馏;理论计算;工艺改进;甲醇回收

中图分类号:TQ028.31

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2022)06-0225-02

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2022.06.046

Recovery of methanol by HIGEE distillation combined with reaction

JIANG Xiao-xiao*, DING Jin-wei, HONG Kai-lun, HUANG Jiang, CHENG Lei

(Zhejiang Yaguang Technology Co., Ltd., Wenzhou 325000, China)

Abstract:The recovery process of methanol by-product generated in the reaction process in a certain company is designed and renovated.HIGEE rotating distillation bed,due to its advantages of high mass transfer efficiency and small equipment volume,can combine with the reaction kettle to change traditional solvent recovery method in the reaction process.Through theoretical calculation and experiment,this process after renovation can achieve the separation between byproduct methanol and water,which help the company save a lot of energy consumption and management cost,and exhibits obvious advantages over traditional process.

Key words:HIGEE distillation; theoretical calculation; process improvement; recovery of methanol

随着环保要求的不断提高,降低能耗、提高产品经济效益成为各行各业追求的目标。在制药、精细化工等行业的生产过程中形成的有机溶剂大多可以回收再利用,以达到降低成本、减少排放、避免污染的目的。然而,通过传统的板式塔或填料塔精馏回收溶剂时,由于重力场弱塔设备中的液膜流动缓慢、传质系数低、设备体积庞大等,越来越不能满足节约资源、提高生产效率和节能减排的生产需求^[1]。

超重力精馏技术作为一种新兴技术相对传统精馏具有巨大的优势^[2]。超重力精馏利用离心力场代替重力场,在离心力的作用下使液体剪切飞溅形成极其细小的液滴、液丝和液膜,在高分散、高湍动、强混合的情况下与气体逆向接触并不断更新界面,极大地强化了传质传热过程,从而使巨大的塔设备变成高度不到 2 m 的超重力高效旋转精馏床^[3-4]。

1 工艺概述

针对山东某企业反应过程生成甲醇副产物回收甲醇工艺进行设计改造。该车间改造前甲醇回收工艺如图 1 所示,通过小试实验,理论计算,改造后甲醇回收工艺如图 2 所示。将超重力旋转精馏床与反应釜耦合的工艺形成了新的管理模式和甲醇回收方式,节约了大量能耗和管理成本,给企业创造了新的

效益。

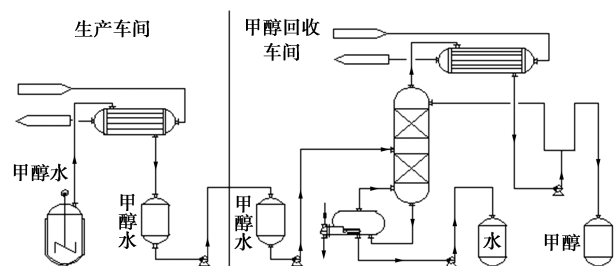


图 1 改造前甲醇回收工艺

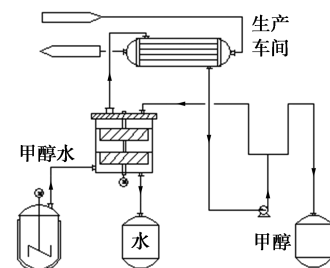


图 2 改造后甲醇回收工艺

2 仪器与试剂

2.1 仪器

超重力精馏实验平台,岛津气相色谱仪 GC-2018,TCD 检测器,Porapak Q 填充柱,卡尔费休水

收稿日期:2021-07-24;修回日期:2022-04-08

作者简介:蒋晓霄(1989-),男,硕士,工程师,研究方向为超重力过程强化技术,通讯联系人,1194154352@qq.com。

分测定仪,天平,量筒,烧杯。

2.2 试剂

工业甲醇,水。

3 实验方法

(1)向反应釜中加入 10 L 水,控制反应釜温度。

(2)配置体积比 50% 的甲醇水溶液 10 L,调节流量使甲醇水溶液按一定流量加入反应釜,在反应釜蒸汽出口检测甲醇蒸气体积分数。

(3)控制反应釜上升甲醇蒸气含量,蒸气进入超重力旋转精馏床进行分离提纯,调节精馏床电机转速、回流比,使纯度达到最佳值。

(4)每调节一次参数等系统稳定后分别取样检测反应釜上升蒸气甲醇含量、轻组分甲醇含量、重组分甲醇残留。

4 理论设计

根据反应过程甲醇蒸气含量从 20% 降到 3%,设计要求轻组分甲醇提纯到体积分数 80% 以上,重组分水中甲醇残留低于 3% 以下。用 Aspen Plus 对该分离过程进行理论计算,①对甲醇水体积分数分别为 5%、10%、15%、20%,进料量 200 kg/h 进行设计计算;②对甲醇水体积分数分别为 5%、10%、15%、20%,进料量 200 kg/h 进行严格计算;③对传统甲醇回收工艺和改造后工艺进行能耗核算。

5 结果与分析

5.1 小试实验结果

通过控制不同甲醇蒸气含量进入超重力旋转精馏床进行实验,实验结果如表 1 所示。随着甲醇蒸气含量的增加,轻组分甲醇纯度不断增加,重组分水中甲醇残留也不断增加。

表 1 不同进料浓度小试实验结果 %

序号	反应釜上升甲醇蒸气 体积分数	轻组分甲醇 体积分数	重组分甲醇残留 体积分数
1	4.3	72.6	3.2
2	10.1	78.9	3.7
3	16.2	80.7	4.6
4	18.9	81.6	5.8

5.2 理论计算结果

用 Aspen Plus 对不同甲醇进料量进行设计计算,达到分离要求甲醇提纯到 80% 以上,水中甲醇残留 3% 以下时,最小理论板数 5,实际理论板数 8。严格计算结果如表 2 所示,对不同进料浓度,当轻组

分甲醇达到纯度要求时,理论计算此时的回流比、重组分残留、轻组分流量和重组分流量的。通过计算可知当进料甲醇含量高于 15% 时,重组分残留高于 3%。

表 2 不同进料浓度理论计算结果

序号	进料组成/ %		进料量/ (kg· h ⁻¹)	回流比	轻组分	重组分	轻组分	重组分
	甲醇	水			流量/ (kg· h ⁻¹)	流量/ (kg· h ⁻¹)	积分数/ %	积分数/ %
1	5	95	200	25.0	11.0	189	80.6	0.80
2	10	90	200	12.0	23.0	177	81.2	1.80
3	15	85	200	7.5	34.0	166	81.3	2.80
4	20	80	200	5.1	46.0	154	80.5	3.90

5.3 改造后调试和能耗核算对比

整个反应过程 18 h,蒸发量 200 kg/h,甲醇含量从 20% 降到 3% 以下,按图 2 工艺改造后,通过调节回流比控制轻组分甲醇采出纯度和重组分水中残留,现场调试结果甲醇纯度 90% 以上,水中残留 1% 以下,达到设计要求。对 2 种工艺进行能耗核算如表 3 所示,改造后工艺比改造前工艺每小时节省 197.2 kW 的能耗。

表 3 2 种工艺能耗核算对比 kW

设备	传统工艺	新工艺
冷凝器	212	123
再沸器	98	—
泵	5.5×3	0.75×1
电机	—	5.5
每小时消耗总能耗	326.5	129.3

6 结论

通过小试实验,结合 Aspen Plus 模拟软件对整个工艺过程进行模拟分析,对传统反应过程中溶剂回收方式进行改进,将超重力精馏与反应过程耦合,改造后调试结果要好于小试实验,与理论计算相吻合,达到设计要求。为今后超重力旋转精馏床的应用提供了新的思路,给企业带来新的经济效益。

参考文献

- [1] 邹海魁,初广义,向阳,等.超重力反应强化技术最新进展[J].化工学报,2015,66(8):2805-2809.
- [2] 王广全,徐之超,俞云良,等.超重力精馏技术及其产业化应用[J].现代化工,2010,30(1):55-59.
- [3] 栗秀萍,刘有智,栗继宏,等.超重力连续精馏过程初探[J].现代化工,2008,28(1):75-79.
- [4] Kolja Neumann, Konrad Gladyszewski, Kai Groß, et al. A guide on the industrial application of rotating packed beds[J]. Chemical Engineering Research and Design, 2018, 34: 443-462. ■