

碳四制轻芳烃的三塔并联分离系统

冯玉坤, 孙玉姣, 张金波, 张明, 林祥钦, 王利

(山东海成石化工程设计有限公司, 山东淄博255400)

摘要:介绍了三塔并联分离系统的工艺方案及技术特点。反应器出口产物经3次不同温度和压力的气液分离,液相分别进入吸收解吸塔、稳定塔和切割塔,三塔进料线采用并联连接,切割塔釜用产物加热。三塔并联分离系统并联与串联互相交错,与三塔串联进行对比,具有能耗低、投资少、热源品种少、产品收率高等优点。

关键词:轻芳烃;三塔并联;三塔串联;节能

中图分类号:TE624

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2014)11-0106-02

Triple-paralleled-tower separation system for C₄ light aromatic hydrocarbon

FENG Yu-kun, SUN Yu-jiao, ZHANG Jin-bo, ZHANG Ming, LIN Xiang-qin, WANG Li

(Shandong Haicheng Petrochemical Engineering Design Co., Zibo 255400, China)

Abstract: Triple-paralleled-tower separation system process and technical characteristic are introduced. The products at the outlet of the reaction vessel undergo three times of gas-liquid separation with different temperatures and pressures. The liquid phases enter the absorption-desorption tower, the stabilization tower and the distillation tower, respectively. The feed lines of the three towers are connected in parallel, and a kettle of the distillation tower is used for heating the products. Triple-paralleled-tower separation system forms the separation technology with an interlaced design in parallel and series. Compared with triple-series-tower, it has the advantages including lower energy consumption, less investment, less heat source types, higher product yield, and so on.

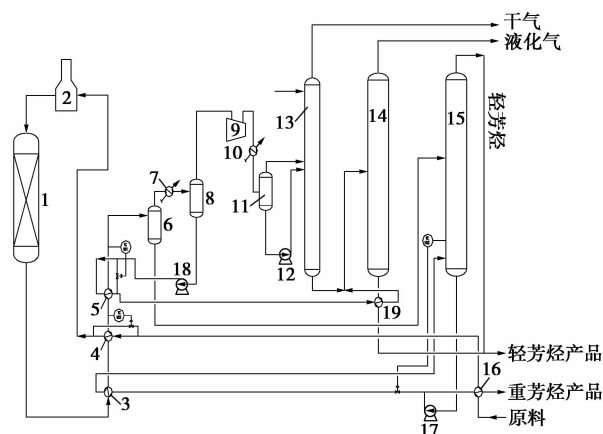
Key words: light aromatics hydrocarbon; triple-paralleled-tower; triple-series-tower; energy saving

碳四芳构化工艺可将碳四中的烯烃转化为烷烃和芳烃,从而得到高品质轻芳烃和烷烃液化气,为近几年发展迅速的应用技术之一^[1-2]。分离系统是碳四制轻芳烃工艺的重要组成部分,反应产物经过分离系统分离后得到产品干气、液化气、轻芳烃及重芳烃,分离系统的好坏直接影响到该工艺能耗、投资及产品质量。目前常采用的分离系统为三塔串联分离技术,该技术塔的气液相负荷及能耗较高,切割塔需外部提供250℃以上的高温热源,且量较大^[3]。针对此问题,开发了一种新型的三塔并联分离技术,本文中介绍了三塔并联分离工艺方案及技术特点,从能量消耗、设备尺寸、产品质量等方面对三塔并联与三塔串联技术进行了比较。

1 工艺方案

碳四制轻芳烃的三塔并联分离技术,主要设备包括反应器、气液分离罐、吸收解吸塔、稳定塔和切割塔,反应器出口产物经换热冷却、气液分离和压缩系统,产物经过3次不同温度和压力的气液分离,液相分别进入吸收解吸塔、稳定塔和切割塔,三塔进料线采用并联连接,具体如图1所示。

原料经切割塔釜出料冷却器16换热后,再经原料产物换热器4进入加热炉2,经加热后进入反应



1—反应器;2—加热炉;3—切割塔再沸器;4—原料产物换热器;5—切割塔冷却器;6—切割气液分离罐;7—稳定冷却器;8—稳定气液分离罐;9—富气压缩机;10—吸收稳定冷却器;11—吸收解吸气液分离罐;12—吸收解吸塔进料泵;13—吸收解吸塔;14—稳定塔;15—切割塔;16—切割塔釜出料冷却器;17—切割塔釜循环泵;18—稳定塔进料泵;19—稳定塔釜出料冷却器

图1 三塔并联分离系统示意图

器1,在催化剂作用下碳四烯烃反应生成干气、液化气、轻芳烃及重芳烃,反应产物先进入切割塔再沸器3,为切割塔15提供塔釜再沸热源。然后经原料产物换热器4与原料充分换热,再经过切割冷却器5冷却至110℃,进入切割气液分离罐6进行第一次

且在液体到达最高点时压强降到最低,当压强降到低于液体饱和蒸气压时发生空化,产生的空化泡在随液体跃下凸台减速增压过程中不断溃灭。同时,流体绕过凸台过程中发生边界层分离,在凸台后方形成高紊动强度的漩涡区,产生局部低压发生空化。另外,相邻2凸台构成凹槽结构,凹槽上方的主流区液体一部分流入槽内迅速形成漩涡空化。故液体绕过凸台区,将不断交替地产生瞬时低压、瞬时高压和剧烈的漩涡区,液相中空化泡也将不断地产生和溃灭,因而该空化器具有高强度的空化效果。

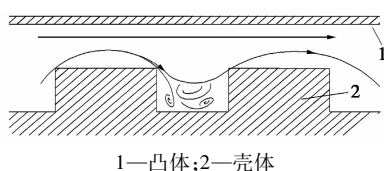


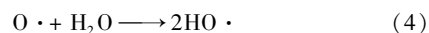
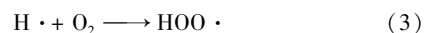
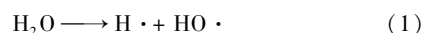
图2 旋转空化器内的流体流动

1.3 苯酚降解机理

空化过程中,空泡绝热压缩而溃灭,在溃灭瞬间产生极短暂的强压力脉冲,气泡周围微小空间形成局部热点,产生极端的高温、高压,并伴有强烈的冲击波和微射流。这种极端高温环境足以将泡内气体和液体交界面的介质加热分解,促进有机物的“水

相燃烧”反应^[10]。

在废水处理中,一个空化泡就像一个微反应器一样运作,在其内部破坏挥发性有机混合物。空穴可看作是 $H\cdot$ 、 $\cdot OH$ 、 $HOO\cdot$ 自由基的来源,与污染物反应的主要解决机理如下^[11-13]:



空化气泡溃灭引起的化学反应区域主要有3个:气泡内、空化气泡表面层和液相主体^[14]。空泡内发生的反应主要是热解反应,液界面层主要发生热解反应和自由基氧化反应,而液相主体内的反应主要是自由基氧化反应。极性、亲水性、难挥发的有机物多在空泡表层或液相主体中发生自由基粒子氧化反应。而非极性、憎水性、易挥发的有机物多在空泡内发生热解反应^[15]。苯酚降解实验中,空化产生的极端物化环境将泡内气体和液体交界面的介质加热分解,使 H_2O 被分解为 $\cdot OH$ 和 $H\cdot$,这些含有未配对电子的自由基直接氧化水溶液中的苯酚。在反应的第一阶段,主要产物是邻苯二酚、对苯二酚和苯醌。在第二阶段,苯环进一步被氧化,产生顺丁烯二

(上接第107页)

其切割塔塔径800 mm,而三塔串联工艺1600 mm,其他次要设备例如换热器、罐等规格也相应较小。三塔串联工艺切割塔塔釜温度约240℃,需要高温导热油作为热源,且热负荷较高,而三塔并联工艺热负荷是三塔串联的18%,使用高温产物提供热源即可,避免采用高温导热油。

表1 2种分离系统对比

项目	三塔串联	三塔并联
循环水/($t \cdot t^{-1}$)	98	62
热量/($kW \cdot t^{-1}$)	620	395
轻芳烃干点/℃	203~210	≤203
轻芳烃收率/%	93	98
三塔(吸收解吸塔/稳定塔/切割塔)塔径/mm	1200/2000/1600	1000/1800/800
热源品位/℃	180和250	180

注:碳四加工量20万 t/a 。

4 工业应用

三塔并联工艺已在国内14个省市建设了约17套装置,这些装置从工艺路线、设备选型,自动

控制等方面进行了一系列优化,工程设计更加先进、科学、合理,均一次投料试车成功,产出合格产品,装置运行安全、平稳、可靠,各项数据优异,20万 t 规模下,与三塔串联相比,每年增加净利润约1800万元。

5 结论

(1)吸收解吸塔、稳定塔和切割塔三塔之间既有并联又有串联,达到了很好的降低塔内气液负荷的效果,从而减小设备规格,节省投资。

(2)三塔并联工艺利用反应器出口高温产物作为切割塔底再沸器的热源,减少了高温热源的种类。

(3)与三塔串联分离系统相比,每吨轻芳烃产品节约热量约225 kW,节约循环水约36 t,轻芳烃收率高5%,且质量好。

参考文献

- [1] 徐清华,曾蓬.液化气芳构化生产芳烃技术及工业应用进展[J].当代化工,2012,41(6):629-631.
- [2] 何涛波,李长明,李吉春,等.液化石油气芳构化技术综述[J].广州化工,2012,40(11):53-54.
- [3] 王红伟,隋春华.年产30万 t 碳四芳构化装置的工艺技术[J].山东化工,2013,42(10):141-143. ■