

共沸精馏在四氯乙烯脱水中的运用分析

徐国飞 徐云雁 (宁波巨化化工科技有限公司, 浙江 宁波 315000)

摘要: 本文对共沸精馏进行介绍, 分析共沸精馏在四氯乙烯脱水中的运行原理, 以实际为出发点, 对比多种脱水模式的成效, 明确共沸精馏的重要意义。借助模拟手段, 对脱水流程进行模拟, 并总结优化应用的模式。

关键词: 共沸精馏; 四氯乙烯; 脱水

0 引言

四氯乙烯是一种有机化合物, 它容易蒸发到空气中, 并带着刺激性的味道。如果它的浓度过高, 就会导致人们出现眩晕、恶心的情况。在生产四氯乙烯时, 系统会带入一部分水, 要想保障它的质量, 就需要应用工艺措施进行除水工作。共沸蒸馏具有环保的优势, 利用四氯乙烯与水共沸的原理, 不加入共沸剂实施共沸蒸馏, 进行干燥。

1 共沸精馏概要

共沸精馏主要是借助不同组成在气体和液体之间的分配, 借助气体和液体之间的传热和传质来实现分离的效果。在处理不同的对象时, 精馏的方法也存在一定的差异。比如在分离水和乙醇的二元物系时, 因为其中的物质能形成共沸物, 并且在常压的模式中两种物质的沸点处于接近的状态, 所以如果只是采用普通的蒸馏方法, 就只能获得两者的混合物, 不能获得脱水后的乙醇。所以应该在系统中加入第三种物质, 即共沸剂。这种物质具备能与被分离系统中的物质变成共沸物的特点。在实施精馏操作时共沸剂就以共沸物的模式由塔顶蒸发而出, 在塔釜的位置就获得脱水的乙醇, 这种操作模式就被称为是共沸精馏。

2 共沸精馏脱水的原理

结合共沸精馏的运行原理, 对四氯乙烯的脱水情况进行分析。四氯乙烯能与水形成具备共同沸点的恒沸物, 在常规压力下它的浓度为 84.2% 时, 它与水的沸点为 87.7℃。四氯乙烯和水处于不互溶的状态, 可以形成共沸物, 塔顶部通过精馏的共沸物经过冷凝后能实现分层的效果, 呈现两个不同的液相。所以, 可以不添加共沸剂使用共沸精馏就能对四氯乙烯进行提纯。从具有水的二元系中对有机物进行分离, 同时能避免其他杂物的混入^[1]。利用共沸精馏的模式对四氯乙烯进行脱水, 具有重要的现实意义, 不仅能提高企业的经济效益, 还能保护自然环境, 促进经济效益和生态文明同步发展。

3 多种脱水模式对比

现阶段, 应用最普遍的五种有机液体除水的方法为: 第一, 干燥剂吸收法。它的主要优点为操作设备简单, 项目投资金额较少, 是应用最为普遍的干燥方法。它的缺点为会产生大量的固废, 比如硫酸钙、氯化钙等, 使用时会消耗大量吸收剂, 并且一段时间内就需要更换。第二, 溶剂吸附法。它主要适合含水量较高的物质, 吸

附效果较为明显。缺点为在脱水时需要引入新的介质, 并且吸附的困难性较大。第三, 渗透膜法。它的优点为占地面积较小, 能获得较好的处理效果, 实现节能环保的目标。缺点为操作技术还有较大的进步空间, 只能在小范围内使用, 并且介质较为单一。第四, 普通精馏法。它的除水效果较为明显, 但是需进行大规模的投资, 运行成本较高。第五, 共沸精馏。它的除水效果较为显著, 但使用时要对物质参数进行分析。对这五种方法进行比较可知, 共沸精馏的方法更具有先进性, 能在四氯乙烯脱水工作中发挥重要的价值^[2]。

4 共沸精馏在四氯乙烯脱水过程中的应用

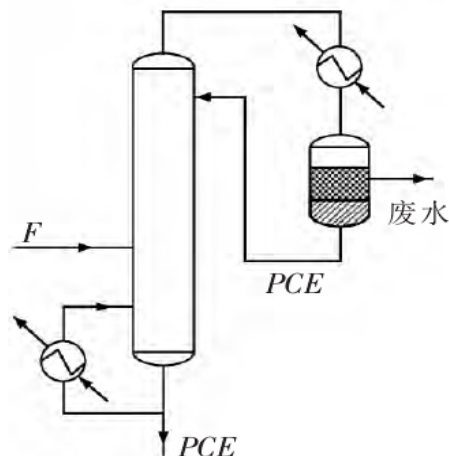


图1 模拟流程图

共沸精馏操作的基本流程为: 在处理二元物质时, 在确保不加入共沸剂的基础上, 利用双塔进行精馏, 并配置分离罐, 这样产生的两种液体就会回流到各自的塔中, 达到分离的效果, 这样就能完全分离组分, 获得两个相对比较纯净的组分。在对四氯乙烯进行脱水工作时, 只需要把四氯乙烯分离出来, 塔顶部剩余的水较少, 所以可以当做废水进行处理, 不需要实施提纯。这样操作流程就会更加地简单, 运用单塔蒸馏的模式, 直接把废水采出, 不需要对废水进行提纯, 这样经过简化后的操作流程为: 把含有四氯乙烯和水的混合液倒入精馏塔中, 借助再沸器利用蒸汽获得热源, 对四氯乙烯和水进行加热, 加热后形成的共沸物就会达到塔顶, 经过冷凝处理之后使均相液进入到分层罐中, 经过一段时间的分层后, 就能形成上层水、下层四氯乙烯的膜。借助泵把四氯乙烯回流到精馏塔中, 然后统一收集上层的废水并进行处理。经过精馏塔的精馏操作后就获得高纯度的四氯乙烯

产品^[3]。

4.1 模拟流程

Aspen Plus 是一个生产流程模拟系统,具备设计生产装置、模拟稳态和优化流程的功能。在进行流程模拟工作时,应用 Aspen Plus 进行操作,模拟的模块为四氯乙烯和水的共沸精馏塔,选用热力学精馏的方法。在塔顶实施相液进料,塔釜实施产品出料,把分层罐中的四氯乙烯设置为第一相液,水设置为第二相液。在开展模拟计算的过程中,借助能改变物流量的软件模块,并综合应用泵模块和换热器模块,这样才能保障物料处于平衡的状态。

4.2 模拟结果

在运用模拟软件的时候,要对实际的生产情况进行考量,为了保障数据和结果的精准性,应该把进料的水分含量设置为 $300 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,并对四氯乙烯的含量弹性进行考量。利用软件进行探究,明确最佳的温度和压力。四氯乙烯在共沸精馏塔中的主要运行参数为:进料量为 $300 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,塔顶的主要温度为 89°C 、塔顶的压力为 10kPa 。 C_2Cl_4 的数值为 $2999 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,比例为 99.97% 、 H_2O 的数值为 $0.9 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,比例为 0.03% 。塔釜的出料量为 $2990 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,其中 C_2Cl_4 的数值为 $2989.7 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,比例为 99.99% 、 H_2O 的数值为 $0.3 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,比例为 0.01% 。塔顶气相的数值为 $45 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,主要温度为 123°C 、塔顶的压力为 25kPa 。 C_2Cl_4 的数值为 $59.15 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,比例为 97.9% 、 H_2O 的数值为 $0.95 \times 10^{-6} \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$,比例为 2.1% 。

5 优化应用

以模拟结果为基础,利用实验室小试装备,设计四氯乙烯脱水系统。将经过碱洗四氯乙烯进行静置分层,把有机层送入共沸精馏塔中进行精馏处理,水相层返回碱洗槽。共沸精馏塔再沸器使用蒸汽提供热源,塔顶部的温度控制在 89°C 左右,压力值控制约 10kPa 。利用塔顶的冷凝器对气相进行冷凝操作,冷凝物料重力流至沸精馏塔回流槽。经过一段时间的静置分层之后,上层脱离出来的水溶液溢流废水系统中进行统一的回收处理。而回流槽底层四氯乙烯,作为回流物料通过泵输送至共沸精馏塔内。通过调节共沸精馏塔底部再沸器蒸汽进料流量,把塔顶的温度控制在指标的范围,保障塔釜产品的合格性,再把塔釜内的产品输送到产品槽内。

小试系统投用后,随机选取 10 组数据,对物料的水分变化情况进行分析。通过计算可知 10 组原料的平均进料水分为 56.7×10^{-6} ,运用共沸精馏技术后,10 组原料的平均产品水分为 14.5×10^{-6} ,技术的除水率为 74.43% 。由此可知,使用共沸精馏的模式能达到良好的除水效果。数据能够真实的体现技术的应用情况,所以应该进行科学运用。在实际的运行生产中没有产生酸化的问题,四氯乙烯中水分的含量符合要求,并且没有产生其他的杂质。因此,其脱水的效果较为明显,值得推广。

表 1 共沸精馏塔进出物料水分对比表

组数	进料水分 ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$)	产品水分 ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$)
1	68×10^{-6}	18×10^{-6}
2	67×10^{-6}	25×10^{-6}
3	45×10^{-6}	20×10^{-6}
4	51×10^{-6}	10×10^{-6}
5	48×10^{-6}	12×10^{-6}
6	52×10^{-6}	9×10^{-6}
7	65×10^{-6}	18×10^{-6}
8	74×10^{-6}	14×10^{-6}
9	48×10^{-6}	11×10^{-6}
10	49×10^{-6}	8×10^{-6}

在生产中综合应用共沸脱水新技术,利用四氯乙烯和水形成共沸点的特征实施分离操作,去除四氯乙烯中的水分。可以避免使用氯化钙设备进行干燥工作,能减少运行和维修的费用,保障产品的质量,提高四氯乙烯的竞争力,确保企业的可持续发展。

6 结论

综上所述,实施模拟工作,利用共沸精馏技术就能让四氯乙烯进行有效地脱水,切实满足生产的要求,这项工艺较为简单,便于进行操作。在实际应用的过程中,可以结合情况对参数进行调整,这样才能进一步提升脱水的效果,将固废量控制在合理范围内,有效贯彻绿色发展、健康环保的理念。

参考文献:

- [1] 宋昌平,李景通,吴韦韦,等. Aspen Plus 在三氟乙酸、氯化氢和水共沸精馏研究中的应用 [J]. 有机氟工业, 2021(01):11-14.
- [2] 杨进. 醋酸裂解制醋酐装置回收工段共沸精馏塔及内件的设计 [J]. 化工管理, 2021(01):159-161.
- [3] 郭建军,王家,李新,等. 碳酸丙烯酯萃取精馏分离甲醇——碳酸二甲酯恒沸物模拟 [J]. 辽宁化工, 2020, 49(12):1497-1501.