

# 新型外循环反应系统在乙氧基化反应中对比和应用

赵志新

云浮市翰博科技有限公司 广东 云浮 527300

**【摘要】**通过搅拌式反应器与外循环式反应器在乙氧基化反应过程中的工作效率、质量以及安全性等分析对比,结果会发现具有外循环系统的反应器在生产非离子表面活性剂生产过程中,按照原有设计的工艺流程和操作规程,只需适当调整产品生产的工艺参数及配方,就可生产出各种优质的乙氧基化产品。以此说明外循环式反应器更具有应用价值。

**【关键词】**外循环反应器;乙氧基化;环氧乙烷

## 引言

环氧乙烷是乙氧基化反应中主要使用的原料。在乙氧基化反应中,能够经屏蔽泵循环的起始剂经催化剂催化、升温脱水、置换后达到诱导反应温度,即可与环氧乙烷以发生聚合、加成反应,并生产出符合不同指标要求的产品。

乙氧基化反应所获得的产品通常被广泛用于造纸油墨、纺织印染、航空航天、光伏产业、日用化工、工业洗涤、水泥建材等各行各业,并在各领域应用中发挥至关重要的作用。在如今的乙氧基化反应中,环氧乙烷与其他起始剂的聚合反应主要是在反应器的中完成的,目前常用的反应设备有搅拌式反应器、外循环式反应系统、连续管式反应器等。其中外循环反应系统中反应器根据形状又分为立式反应器和卧式反应器。

随着客户对产品要求的不断提高,反应器的容积也在不断发生变化,在90年代前,一些中小型企业的生产过程中,其主要采用的是搅拌式反应釜来进行乙氧基化产品的生产,对于反应器容积要求并不高,主要范围在 $0.5\text{m}^3$ — $3\text{m}^3$ 之间,引进型外循环式反应器当时主要集中在中石化相关下游企业如吉联、抚顺醇醚、抚顺化工二厂、北京东方化工厂等大中型国有企业,因生产过程采用了自动化控制和安全仪表联锁,确保了乙氧基化装置聚合反应的安全、单批次产能有所提高,都在3.3吨至150吨之间。

## 1 外循环反应系统设备简介

进入90年代末期,国内乙氧基化装置设计主要采用的都是引进型乙氧基化装置的一代、二代、以及一代改进型仿照设备。其特点:制造成本低、产品生产转换灵活、易操作控制、安全节能。

外循环反应系统主要有反应器(内置起始剂喷嘴、环氧乙烷喷嘴)、屏蔽泵、换热器、真空系统、显示仪表、自动化控制系统等部分组成,内部带有喷嘴的反应器物料出口经屏蔽泵与换热器物料进口相连,换热器物料出口与反应器物料进口相连构成闭环管路,在反应器物料进口里端设有起始剂雾化喷嘴,反应器顶部设有环氧乙烷喷嘴,循环过程中,定量的起始剂在反应器中雾化后与雾化后环氧乙烷不断进行雾化状态反应。过程中,聚合反应释放出的热量由换热器壳程的冷却水移出系统外。根据配方需求,定量的环氧乙烷加入反应器后,待温度、压力稳定即表示反应结束,可进行下一步骤操作。

## 2 搅拌反应系统设备简介

加热和冷却是通过搅拌反应器夹套和内部蛇管的共同作用,以蒸汽的方式对起始物料进行加热,并在循环水的作用下进行冷却。环氧乙烷由管路进入至搅拌反应器的底部,在加料的过程中,环氧乙烷从搅拌反应器底部鼓泡形式喷出,在热电偶和压力传感器的控制作用下完成反应过程。

## 3 两种反应工艺性能对比

### 3.1 搅拌式反应工艺

3.1.1 搅拌式反应采用气相或液相在液相中鼓泡反应,液相中溶有未反应的环氧乙烷较多,经测定有时高达18%以上,有聚爆的危险;

3.1.2 搅拌式反应,环氧乙烷和液相接触不均,容易发生副反应,使产品中游离聚乙二醇含量增高;

3.1.3 由于搅拌轴密封处转动摩擦而产生静电或环氧乙烷泄漏,一旦与反应器上部富集的气相环氧乙烷接触,就会导致燃烧,甚至爆炸;

3.1.4 由于温度分布不均,反应时间周期长,所得产品不仅烷链分布较宽,并且产品色泽较深。

### 3.2 外循环式反应工艺特点

3.2.1 提高了反应器的反应效率和生产能力。同时由于起始剂与环氧乙烷的反应接触面积增加,使反应较快且均匀,故在反应过程中,反应分子有着基本相同的增长速度,因此最终产品的分子分布较窄,未反应的起始剂及聚乙二醇的量亦明显减少,由于反应快生产周期短,所以产品色泽好,大部分产品基本无需脱色处理,而且在不同批次之间有着良好的重复性,从而保证了产品质量的稳定性。

3.2.2 反应器内没有机械转动部件,消除了静机械摩擦及填料函处环氧乙烷泄漏,从而提高了装置的安全性。

3.2.3 该反应使用催化剂量只有传统工艺的 $1/3$ 或 $1/4$ 量,产品中含盐量明显减少,产品质量提高了。

3.2.4 该反应速度快,因此生产成本降低了,公用工程消耗低于传统工艺,且有副产热量可利用。

通过对工艺对比,外循环反应系统优势在于工艺安全;产品指标稳定;产品性能好;操作条件温和、产品色泽好。外循环式反应工艺,技术成熟可靠,在乙氧基化产品生产过程中处于该领域领先水平。

通过生产试验,可以得知温度对于乙氧基化反应的

效率具有重要影响,通过控制温度可以提高反应效率。在对外循环反应器进出口温度作用下可以对乙氧基化反应进行有效控制,保证反应的稳定性和安全性。随着反应过程中温度的升高,可能会出现反应波动,造成产品出现质量问题。通过外循环换热器的作用,利用换热器进出口冷却水调节反应过过程中的传热效果,保证反应的顺利进行。

#### 4 结束语

通过研究和分析,我们可以发现外循环式反应器在乙氧基化反应中的作用主要体现在对温度的控制,温度的变化会对反应中产生的压力和反应效率、性能、色泽等都造成直接的影响。同时由于放热聚合反应的发生,可以在外循环系统中换热器冷却水的作用下调节反应物料温度,尤其是放热量较大的环氧乙烷参与反应的过程中。不同的起始剂、催化剂、反应物质对于外循环反应器的需求是不同的,这就需要通过调节外循环反应系统的工作参。外循环反应器在乙氧基化反应中反应效率上发挥了重要作用,而换热器在温度控制方面可以很好找到反应压力、反应温度、环氧乙烷流量、循环水流量之

间的控制平衡点,通过反应参数设定、修正来保证该项工作的顺利开展,具有极大的应用价值。

#### 【参考文献】

- [1] 吕世军. 基于CFD的乙烯淤浆聚合反应釜流场模拟研究[J]. 化学工业与工程, 2020, 37(04): 66-72.
- [2] 成兰兴, 赵增兵, 张圆春, 丁为公, 张碧波, 成馨荷. 高剪切外循环反应装置在二硫化钼生产中的应用[J]. 化学世界, 2019, 60(01): 60-64.
- [3] 陈云燕. 外循环反应精馏制备脂肪酸甲酯的研究[D]. 南京师范大学, 2012.
- [4] 张海滨. 外循环乙氧基化反应装置换热系统模拟与优化研究[D]. 中国海洋大学, 2011.
- [5] 纪凤羽. 乙氧基化反应釜的设计[J]. 辽宁化工, 1993(03): 48-49+33.