

催化精馏技术在石油化工中的运用探析

佟易澄

天津利安隆新材料股份有限公司 天津 300100

摘要: 在国家的经济发展和石化工业日益深化的背景下, 催化精馏技术在石化工业中得到了越来越多的运用, 它不但在实践中无需投入很大的成本费用, 还可以有效地加快反应速率, 因此它有着很高实用价值。本文对催化精馏技术的具体应用以及发展进行研究与分析, 以期能够为相关工作提供借鉴与帮助。

关键词: 催化精馏技术; 石油; 化工

Application of Catalytic Distillation Technology in Petrochemical Industry

Tong Yicheng

Tianjin Lianlong New Materials Co., Ltd. Tianjin 300100

Abstract: In the context of the country's economic development and the deepening of the petrochemical industry, catalytic distillation technology has been increasingly applied in the petrochemical industry. It not only does not require significant cost investment in practice, but also can effectively accelerate the reaction rate, so it has high practical value. This article conducts research and analysis on the specific application and development of catalytic distillation technology, in order to provide reference and assistance for relevant workers.

Keywords: catalytic distillation technology; Petroleum; chemical industry

前言

催化精馏技术是一种基于催化剂的蒸馏法, 它是石化工业中使用比较广泛的一种蒸馏法。与其他技术比较, 催化精馏技术具有非常显著的技术优点, 由于其性能优良, 操作方便, 反应速度快, 技术成本低, 因而得到了石化工业高度重视。催化精馏技术在现实应用中所发生的催化、分离等化学反应均发生在特定的反应塔中, 能有效提高工业过程的质量与效率, 具有重要的实用意义。

1 催化精馏技术

1.1 催化精馏技术概述

在实际应用中, 催化精馏工艺需要在反应塔中配备适当的固态催化剂, 只有在真实的反应过程中, 才能最大程度地发挥出催化剂作用, 而它的实际使用价值并不只体现在催化反应上, 固体催化剂还能有效地提升化学反应的产生速率和效率, 并且通过对催化剂合理应用, 能够更好的实现对反应产物的有效分离, 因此能够更加的符合实际的化学生产过程的需要^[1]。在目前的石油化工行业中, 催化精馏技术中最常用的催化剂就是离子交换树脂和分子筛催化剂, 这两种固体催化剂在石油化工行业中起着至关重要的作用, 所以适用范围也十分广泛。在实际化学合成中, 如果能够确保催化剂和反应物之间有足够接触时间, 则可以提高化学合成效率, 从而对化学合成过程以及化工生产过程进行最大程度地优化。

1.2 催化精馏技术优势

在实施过程中, 催化精馏技术具有良好的应用前景, 具有较大的优越性。首先, 该技术可大幅提高石化反应速率, 有效保证石化过程的高效性, 与当前石化工业“优化流程、提高产能”发展策略相一致。其次, 将催化精馏技术应用到石化生产中, 可以大幅提高石化产品回收效率, 进而减少石化生产操作中的资源浪费, 提高石化生产操作的经济效益, 同时也可以有效地满足当前石化工业操作总体需求。其次, 将催化精馏技术应用于石化生产, 可大幅提高石化生产中的化学品回收率, 进而减少石化生产操作中的能源消耗, 提高石化生产操作的经济效益, 并有效满足当前全石化生产操作的总体需求^[2]。最终, 将催化精馏技术高效地运用到实际的石油化工生产过程中, 能够实现对化工生产过程的有效控制, 尤其是针对多种不同的化工生产流程中的大多数关键点, 能够更加便捷地进行控制, 且与传统的精馏技术比较, 具有较大的优势。

1.3 催化精馏催化剂装填技术

在反应器中, 催化剂的装填有 3 种形式。第一种是将颗粒状催化剂和惰性的填充物混合在一起, 这种方法有利于催化剂装卸, 但是由于太多小颗粒催化剂堆积在塔中, 会使塔中的蒸气产生很大的阻力。第二种是将颗粒状的催化剂放入多孔的容器中, 这种容器可以用尼龙丝等编织材料制成的, 也可以是用铝和不锈钢制成的网状的。这样的触媒部件要与弹性部件连接, 构成催化精馏单元, 且有较大的开放孔隙空间。该方法是一种广泛使用的方法, 但是由于催化剂是在有

孔隙的容器内进行, 所以其结构比较复杂。第三, 将催化剂微粒装入波形网片或平板网片的层间和多孔板框架层间, 此法传质性能较好, 但是安装和拆卸都比较麻烦。

2 石油化工中催化精馏技术的具体应用

2.1 酯化反应

在石化工业中, 将甲醇、醋酸作为原料, 使用特殊的酸催化剂, 连续进行精馏萃取醋酸。相对于传统的酯化反应, 在催化精馏技术中的酯化反应能够有效地提高化工产品的生产效率, 并且降低了对能量的消耗, 保证产品品质可以达到工业标准。在生成醋酸乙酯的时候, 催化精馏技术能够用足量的醋酸, 确保了醇类的充分反应, 生成的水、酯等产物, 以汽相混合物的形式, 从精馏塔顶慢慢地排出, 在冷凝的作用下, 使混合物进行冷却, 得到了液体水和一些液体相物, 并从规定的地点回流, 在此, 有机相可以成为粗酯物, 釜底的乙酸组成可以被再利用^[3]。经科学调控, 可使由催化精馏技术所制备的乙酸正丁酯组分, 使乙酸转化率超过 97%, 使得乙酸的使用效率在 8% 左右, 而正丁醇的使用效率在 5% 左右。而且, 乙酸正丁酯的回收利用效率能够显著地提升, 使整个生产流程的能耗降低约四分之一, 从而降低了生产成本, 降低了相应操作复杂性。另外, 通过催化精馏可以完成一系列乙醚合成, 大大减少了对环境的污染。

2.2 异构化反应

目前, 在人们生活中使用较多的石化产品如汽油、航煤、柴油、润滑剂等都与异构烷烃相关, 当前所使用的烷基异构化是一种比较成熟、应用范围很广的技术, 在烷基异构化工艺中, 通过对催化精馏技术合理运用, 可以使异构烷烃提高实际回收率, 而在这一阶段, 完全异构化技术是一种比较典型的技术, 它可以被分成两个方面, 一个是异构化, 另一个是分子筛吸附分离。该工艺采用的原料为热解气又加氢拔头原油和直接萃取 Cs/Co 馏分, 在特定条件下, 可使其 RON 值从 68 达到 79, 再通过分子筛吸附作用, 实现对正构烷烃高效分离, 从而实现不同条件下高效异构。在这种情况下 RON 可以被有效改善, 使该值在 89 附近稳定下来^[4]。目前, 国内外对异构化技术的研究已形成了一套较为完善的技术体系, 能够为我国的化工行业降低生产成本、提高经济效益提供有力的支持。

2.3 水解与水合反应

利用催化精馏技术, 可以从乙酸甲酯中获得乙酸和甲醇组成, 在形成聚乙烯醇的同时, 通常还会另外地生成一定量的乙酸甲酯, 在通常条件下, 生产 1 t 聚乙烯醇可以同时生

产出约 1.7 t 的乙酸甲酯。而固定床阳离子交换树脂催化水解技术, 虽然能够更好地形成甲醇与乙酸, 但是其操作过程比较复杂, 技术使用成本较高, 因此, 需要采用更高水平的技术来解决。基于催化精馏的水解反应是一种有效的方法。这种工艺采用了一个直径 100 毫米的催化精馏柱, 在蒸馏柱顶部充满了阳离子型催化剂, 在蒸馏柱底部则是一种板状填充物。在该装置上, 采用了完全循环的方式, 在该装置上加满了醋酸和水, 所得到的水解产物可以从该装置下侧的蒸馏罐中进行分离。该工艺要求在保证室温 55°C 的前提下, 将醋酸甲酯和水发的摩尔比维持在 1:1~6 之间^[5]。

相对于常规方法, 新型水解技术可显著提升水解反应速率。为加强该技术的实际运用, 对乙酸甲酯的水解技术与工艺环节进行优化试验, 通过催化精馏耦合与萃取精馏等方法进行试验, 若试验成功, 将使乙酸甲酯的水解效率达到 95% 以上。同时, 通过对各工序的合理设计, 实现了对各工序的高效、高质量的控制。此外, 以异多酸铵为催化剂, 对乙酸甲酯悬浮液中的催化精馏工艺进行了系统研究, 在水解反应条件下, 醋酸甲酯和水摩尔比为 1:2 的情况下, 醋酸甲酯转化率可达 50%, 与均衡转化率相当。

2.4 醚化反应

在酯化过程中, 将催化精馏技术的科学应用, 可以有效地增强反应效果, 并进一步提高石油化工生产效率。目前, 在乙醚合成中主要采用酸性阳离子交换树脂作为催化剂。当采用催化精馏工艺时, 将四碳化合物与甲醇等物质进行有效混合, 可以得到甲基叔丁基醚组物质。采用阳离子交换树脂对醚化过程进行催化, 能有效地加快醚化速度, 保证石化公司对醚化过程的生产需要。在反应全过程中, 采用阳离子交换树脂作催化剂, 能有效地加快甲基叔丁基醚的合成速度, 从而保证石化工业对甲基叔丁基醚的要求。这种催化剂还能大幅提升产品质量与产品纯度, 降低副产物的产生量。在石油化工领域, 丙二醇醚是一种重要的化工原料。目前, 生产合成多采用间歇式刻蚀反应, 但在生产过程中容易生成大量的副产物, 且氧化丙烷转化率较低, 生成的化学产品组分谱宽较窄。催化精馏是一种有效的方法。采用催化精馏技术进行二醇醚反应时, 能够快速地将反应过程中产生的羟丙基甲醚组分进行分离, 实现二次反应的有效控制, 使得化工反应提高了实际生成效果, 并使化学反应增加了实际产物的选择针对性。

2.5 烷基化反应

2.5.1 利用催化精馏技术生产异丙苯

首先向烷基化反应器中加入苯和丙烯, 在该反应器中,

其上层起到的作用是催化作用,这种方式能够让催化剂充分的接触丙烯以及液态苯,提高化学反应效果,从而使丙烯与液态苯的摩尔比能够达到 1/10,因此,可以有效地抑制在反应期间生成的异丙苯。这样就能完全确保在全工艺条件下,苯比丙烷的质量分数更高,使主要反映的实际转化效率更高。

2.5.2 利用炼化厂干气生产乙苯

以在精炼过程中产生的催化裂化干气和苯为主要原料,经烷基化反应制备乙苯,以催化剂为基础,以此为基础,可以高效地进行乙烯的转换,其实际转化率最高可以达到 98%,但是,这一转变的对象大多是单一的反应进程,在整个反应过程中,对反应产物的选择性可以达到 97%,并且可以把反应的副产品二甲苯的真实形成的含量,控制在 0.005%之下。^[6]

2.5.3 合成直链烷基苯

当前,在化学工业的运行中,以氢氟酸为催化剂,存在着污染较大的问题,而以固体酸为催化剂,则存在着简单的反应时间较长,并且在实际的反应中,还必须经常地进行操作转换,因此,整个过程相对繁琐。如果采用了悬浮床催化精馏技术,那么通过对该技术中的筛板塔进一步优化,能够保证反应塔中的长链烯烷基得到充分悬浮,并在反应塔提馏段和反应之间加上一个催化剂沉淀分离器,既能够起到分离区的分离与循环利用的效果,又能够避免催化剂表面过度积炭。

2.5.4 链烃的烷基化

催化裂化汽油是我国石化行业最主要的一种产品,但由于催化裂化汽油中含有较高含量的烯烃,使催化裂化汽油的使用效率受到很大影响。为了解决这一问题,采用催化精馏技术可以使链烃烷基化。在实际的精馏塔中,由于精馏塔内装有一种固体酸性催化剂,所以在反应时,烯烃可以直接进入到催化剂床层中,如果向反应体系中添加适量水,那么,在反应时候塔顶可能会有一些回流,但是这些回流只是一部分,大部分都会被排出塔外,再经过后面的脱丙烷塔和脱丁烷塔,继续进行下一步反应。

3 催化精馏技术在石油化工中的运用发展

从石化工业总体发展方面来看,催化精馏是一种非常普遍、非常重要的生产方法。随着人们对化学品的质量要求的不断提高,以及对重工业过程安全、高效、稳定等方面要求,因此有必要对催化精馏技术进行创新性研究与解析。从石化

工业的生产流程中可以发现,催化精馏技术需要保证一定的环境温度,从实质上讲,催化精馏技术中所采用的精馏塔就是一种热传导系统,它能够利用催化精馏技术以及与之配套的装置,来完成热传导过程。所以,要将先进的科学的现代工艺引入到石化生产流程中,对导热装置进行了改造与优化,以提升其实用效能。

从当前石化工业的发展状况可以看出,在石化工业中,催化精馏技术所占的比重相对较大。如果可以将催化精馏技术进行科学、合理的利用,能够有效地提高反应工艺的实用效能,进而促进石化工业的发展,进而促进石化工业的可持续发展。当在石化企业中使用催化精馏技术时,应该重视对有关设备检查和维护工作,并安排专门工作人员,定期对设备进行常规维修和检测,确保各类设备都能保持在稳定运行的水平,并在生产环节上采用多种不同的先进工艺,以提高石化企业的生产经济效益。同时,还要从根源上遏制毒性和危害性物质的扩散,在防止其对公司的生产产生影响的基础上,降低化工产品对周围的自然生态环境所产生的污染和破坏,从而推动石化企业绿色发展。

结束语:

石油化工催化精馏技术具有明显的应用优势,早该技术能够最大限度地利用生产资源,节约生产成本,提高生产效率。但是,催化精馏技术在许多方面仍比如很难掌握反应规律,适用范围不广泛等。为了改善不足,相关技术人员应当多借鉴国内外先进研究成果,加强对催化净流技术的研究与创新,重视技术开发,实现生产产业化。

参考文献:

- [1]封聪聪.催化精馏技术在石油化工中的应用[J].化工设计通讯, 2019, 45(04):28+103.
- [2]张伟,吕晓东.CDM 催化精馏模块在碳减排中的工业应用[J].精细与专用化学品, 2022, 30(03):34-37.
- [3]李成利.石油化工企业精馏节能技术的可行性研究分析[J].山东化工, 2021, 50(18):188-189.
- [4]张力,徐亚荣,刘键.催化裂化汽油催化精馏硫转移技术工业试验[J].石油炼制与化工, 2021, 52(01):48-53.
- [5]王朝栋,任飞扬,李明基,颜敏辉.浅谈 CAE 在石油精馏中的模拟研究[J].广东化工, 2020, 47(21):63-64.
- [6]张雪慧.催化精馏技术在石油化工中的应用探析[J].化工设计通讯, 2019, 45(05):56-57.