

丙烯酸酯废水焚烧经济性的探讨

秦喜 陆云 孙旭鹏 (中海油惠州石化有限公司, 广东 惠州 516083)

摘要: 丙烯酸酯在分子领域发挥着重要的作用。基于新时期对高分子及聚合物的研究不断深入发展, 本文以丙烯酸酯为主要研究对象, 着重从丙烯酸酯制备生产的废水处理角度, 探讨应用焚烧法来对丙烯酸酯废水进行处理所消耗的成本与资源, 验证该方法在现阶段企业化工生产中的作用和限制, 旨在为化工企业丙烯酸酯的生产制备提供借鉴的经验和思路。

关键词: 丙烯酸酯; 废水焚烧; 经济性

制备丙烯酸酯的过程中, 会产生高 COD 废水和有毒有害物质的废水。基于减轻环境污染的目的, 在制备丙烯酸酯时, 要求对产生的废水进行处理。尽管现阶段能够用于丙烯酸酯废水处理方法较多, 但在各类废水处理方法的普适性上仍存在差异, 焚烧仍是当前大部分企业对丙烯酸酯废水进行处理的主要方法。基于此, 从生产制备成本的角度, 对丙烯酸酯废水焚烧的经济性进行分析, 强调废水焚烧作为生产工艺的一部分, 也应进行不断调整和优化。

1 丙烯酸酯废水产生及处理途径

现阶段丙烯酸酯行业的快速发展, 丙烯酸酯能够被应用于涂料、稀释剂、光电新产品等多个行业和领域的发展中。企业进行丙烯酸酯的生产制备, 以丙烯为原料, 通过催化氧化的方法来生成丙烯酸和丙烯酸酯。生产丙烯酸酯过程中排出的废水, 含有大量的乙酸、甲醛以及其他具有毒性的有机物, 体现出总量大、可利用成分多及水质波动较大的特点。

对丙烯酸酯废水进行处理, 以分解破坏废水中的各类污染物为主要原理, 现阶段常用于丙烯酸酯废水处理方法, 以焚烧法、生物生化法、催化氧化方法等为主。其中, 焚烧法在化工企业丙烯酸酯的生产中应用较为广泛, 具有成熟的工艺以及相对稳定的操控流程。

2 丙烯酸酯废水焚烧方法

2.1 丙烯酸酯废水焚烧原理

对丙烯酸酯废水进行焚烧, 主要基于热力的作用, 通过高温加热将废水转化为气态形式, 以废水中的各类有机物与氧气结合发生氧化反应并燃烧的方式, 破坏废水中各类有害物质的分子结构, 从而将废水中的有机物分解为二氧化碳、水及氮氧化物。基于这一原理, 丙烯酸酯废水的焚烧处理方法需要借助锅炉、废水过滤装置等设备来发挥作用。从锅炉燃烧的角度, 煤炭燃烧仍是提供炉内高温环境的主要方式, 在节能

环保理念的要求下, 焚烧方法虽然能够满足对丙烯酸酯废水进行处理的需求, 但燃煤燃烧过程中很容易造成二次污染, 目前有些炼化一体化生产企业采用燃料气作为加热原料, 也取得了很好的使用效果。

2.2 丙烯酸酯废水焚烧工艺流程

将焚烧法应用于化工企业生产制备丙烯酸酯的过程中, 通常借助气提塔和蒸发器来实现废水的气态转化过程。在将丙烯酸酯废水经过中和罐或中和池水解其中的酯类物质后, 应用汽提塔和蒸发器来将丙烯酸酯废水进行浓缩。向焚烧设备中加入浓缩后的丙烯酸酯废水和辅助燃料油或燃料气, 能够让丙烯酸酯废水中的有机物被氧化为二氧化碳和水。

2.3 丙烯酸酯废水焚烧工艺的改进

基于现阶段化工企业在丙烯酸酯废水燃烧中的应用经验, 发现在应用焚烧法对丙烯酸酯废水进行处理时, 存在以下问题:

如果废水中的 COD 浓度和燃烧值未能够达到焚烧炉中发生氧化反应的标准要求, 往往需要通过添加燃料的方式来促进其直接燃烧。在考虑成本的前提下, 每吨丙烯酸酯废水处理额外添加的燃料油成本在 1600 元左右。在实际的废水焚烧处理中, 通常设置有机废液的浓度标准为 100000mg/L, 热值标准为 10467kJ/kg。超过这一标准就需要补充辅助燃料, 增加废水处理的运行成本。

在焚烧工艺应用中, 也发现在废水处理不及时或炉内温度超过一定标准后, 废水会以爆聚的方式转化为固态。对这种固体废物进行处理的费用在每吨 4500 元左右, 铁在固体废物处理中, 也会产生一定的二恶英, 对环境造成二次污染。

在焚烧工艺应用中还发现, 废水中含有的高盐分物质在燃烧过程中会形成熔融盐, 对燃烧设备产生腐蚀作用, 不仅影响燃烧设备的使用寿命, 也会增加对

废水进行处理的难度和成本。而废水燃烧过程中产生的烟气也伴随有一定的有害有毒物质，会对大气环境造成污染。

在焚烧工艺应用中，废水喷嘴和重组分喷嘴易堵塞，流量波动较大，如果调整不及时会引起联锁停车，影响平稳运行。

这些问题的存在，是对丙烯酸酯废水焚烧方法进行优化改进的主要背景和要求。考虑化工企业生产成本以及综合效益为目标，现阶段一些化工企业通过对丙烯酸酯废水焚烧工艺的优化调整，实现对废水处理成本的控制，同时也能够减轻环境污染。针对以上丙烯酸酯废水焚烧中存在的问题，在废水处理中选择应用更先进的、体现较强耐腐蚀性能的燃烧设备¹。同时，对燃烧应用的工艺进行改进，以促进丙烯酸酯废水完全燃烧为主要目的，兼顾环境污染问题，对气体吸收以及排放装置进行优化调整。从节能环保的角度来看，将丙烯酸酯废水焚烧过程中产生的热能利用起来，也能够为化工企业的生产经营过程创造更高的经济价值。

3 丙烯酸酯废水焚烧经济性分析

丙烯酸酯废水焚烧方法的应用，能够满足对废水进行处理的要求，但考虑该方法实际应用中存在的环境污染以及成本过高问题，化工企业应能够结合自身的实际经营发展情况，以加强成本控制的方式来对丙烯酸酯废水焚烧工艺方法进行优化，从而体现出丙烯酸酯废水焚烧的经济性，让其能够为化工企业的生产经营创造更高的价值。基于此，结合某化工企业在丙烯酸酯废水焚烧处理方法应用的实际情况，从以下几方面探讨能够提升丙烯酸酯废水焚烧经济性的思路与方法：

3.1 化工企业丙烯酸酯废水处理工艺概况

某化工企业主要从事丙烯酸及酯单体产品的研发生产和销售。其产品生产涉及到丙烯酸酯的生产制备工艺。在生产丙烯酸酯产品中产生的大量废水，主要应用焚烧法来进行处理。

该化工企业在丙烯酸酯的废水焚烧处理中，将处理装置具体划分为废水预处理单元、废水焚烧单元及除铜除尘单元三个部分。其中，废水浓缩是体现焚烧法应用原理的核心部分，主要将经过中和处理后得到的丙烯酸酯废水，经过汽提塔和蒸发器进行蒸发浓缩处理，将转化为气态的气体送入到焚烧炉内进行焚烧。在这一工艺应用中，通过蒸发浓缩处理环节，降低焚

烧废水的量，浓缩用焚烧产生的余热作为蒸发的热能，减少燃料跟蒸汽的消耗量，节约生产成本，增加经济效益。

使用洗涤器，利用循环废水清洗排放气灰尘颗粒，保证排放气达标，减少用水量，节约生产成本。

3.2 废水焚烧改进与经济性评价

3.2.1 改进燃烧设备

在总结以往化工企业丙烯酸酯废水焚烧处理经验的前提下，该化工企业尝试用多种方法来实现对于焚烧处理成本的控制。改进燃烧设备主要针对丙烯酸酯废水焚烧处理中涉及的焚烧炉，以引进更先进的焚烧炉设备，使用耐高温耐强酸强碱性的耐火砖为主要发力点，同时对现有的焚烧处理工艺装置进行改进和调整，发挥焚烧炉的作用，为废水焚烧提供充足的温度条件。

使用热性能较好的耐火砖，能够在高温下，表现出优异的性能，延长废水运行周期，减少检修次数，这样节约检修成本和更换耐火砖所产生的成本，提高经济性。

例如，江苏瑞鼎环境工程有限公司开发出一种含盐废液一体化高温焚烧炉（TOB），这种焚化炉将丙烯酸酯废液中的有机污染物完全分解氧化，而焚烧过程中析出的废盐，也能够直接高温熔融，从而将其作为工业盐回收。将该装置用于实际的丙烯酸酯废水焚烧处理，可回收 75% 以上的焚烧余热，替代燃料进行消耗。

TOB 实际运行中的炉内温度超过 1100℃，当投入蒸发浓缩后的丙烯酸酯废水停留 2s 以上，即可将水中的各类有毒物质分解为二氧化碳和水。与以往化工企业应用的焚烧炉有所区别的是，TOB 增设了余热利用锅炉，能够将废水蒸发浓缩过程中产生的蒸汽热能回收再利用。这种焚烧炉主要基于“以盐抗盐”的原理，应用一体化技术，重点针对废水焚烧中形成的熔融盐进行处理。同时，该焚烧炉应用的组合型多喷嘴燃烧器，能够实现对丙烯酸酯废液，废溶剂等物质的协同处理。

3.2.2 建设专项丙烯酸酯废水焚烧装置

建立专项的丙烯酸酯废水焚烧装置，是化工企业生产制备丙烯酸酯所必需的途径。对一些规模较小的化工企业而言，由于其自身缺少用于废水处理的工艺和装置，为减轻对环境造成的污染，通常需要将生产排放的废水运输至有污水处理资质的单位进行综合利用或安全处置。但由于生产制备丙烯酸酯的装置在运行中会产生重组分高沸物，这种物质在存储与运输转

移等环节会产生较大的环境风险。如建立专项焚烧装置,可以使用多余的重组分作为加热炉焚烧的燃料,可以节约燃料油或者燃料气的用量,节约成本,增加经济性。因而化工企业应结合自身生产需要,配备丙烯酸酯废水焚烧处理系统。而在现阶段科学技术不断发展的背景下,化工企业应能够尝试以更先进的焚烧处理装置和工艺来达到降低环境风险,控制企业生产运营成本的目的。

某化工企业在考虑丙烯酸酯废水运输转移风险以及自身经营发展规模扩大趋势的基础上,提出建设丙烯酸酯废水焚烧回收利用以及过渡性重组分的生产线技改项目。将该项目具体分为两个阶段,项目一期通过对企业生产车间的改造,形成一套处理能力在 5200 吨/年的过渡性分解生产装置,项目二期则在拆除该生产装置后,新建一套 9800 吨/年的丙烯酸酯分解回收装置、一套 6000 吨/年丙烯酸酯废水焚烧系统。该项目建设总投资为 3500 万元,项目建成后成本的回收能够呈现出一个动态的模式,前期成本投入超过利润,后期利润超过成本投入。

在项目投入使用后,其年用电量在 635956 千瓦时左右,折合 78.16 吨标准煤;年总用水量在 19621 立方米左右,折合 1.68 吨标准煤。则项目年综合总耗能量为 79.84 吨标准煤/年,达到年综合节能量 28.05 吨标准煤/年,总节能率达到 26.38%。

3.2.3 焚烧炉自动控制

从丙烯酸酯废水焚烧经济性的角度考虑,将 PLC 技术与丙烯酸酯废水处理装置结合起来,利用 DCS 系统和总线实现连接控制,能够以焚烧炉燃烧参数指标来达到废水焚烧处理的标准要求,不仅保证整个废水焚烧装置的安全稳定运行,同时也能够让废水焚烧处理达到理想的经济和环境效益指标。

为实现对废水焚烧装置的自动控制,应重点从焚烧炉这一设备入手,在重组分废液的进料方面,燃料油或者燃料气进料方面,以重组分入口流量、燃料气入口流量和助燃空气入口流量控制器,构成一个闭环的流量比值调节回路,在结合丙烯酸酯废水燃烧处理经验的基础上,依据燃烧所需温度来调节其他参数。这种闭合回路的方式,既能够克服进料以及燃烧系统自身运行中的干扰情况,也能够实现对于流量与负荷的稳定控制,让重组分能够在焚烧炉中实现充分燃烧。

为实现焚烧炉的自动控制,在对焚烧处理所需的进料量与燃料气量进行计算后,将其作为流量控制器

的设定值。对实际焚烧过程中助燃空气未能达到燃烧标准或过量的情况,在焚烧炉的入口管线位置设置压力低联锁能够针对空气鼓风机运行中可能产生的故障发挥安全联锁作用,从而达到对助燃空气进行控制的目的。

对废水焚烧过程中所需的燃料气进行控制,借助压力调节阀和节流装置,在由系统程序对流量控制器发出指令后,流量控制器与焚烧炉的温度控制器构成一个串级的调节回路,燃料气的流量信号在被传送给控制器后,实现对于助燃空气量的控制。在这一过程中,考虑燃料气压力过低可能对焚烧炉运行安全产生的影响,以设置低压联锁和安全联锁装置的方式,用于切断燃料气源与开启安全放空阀。

为实现对焚烧炉的自动控制,还应能够基于焚烧炉的实际运行情况,对其进行实时监测。以设计安全仪表系统的方式,让丙烯酸酯的废水焚烧装置具有容错功能。这样即便某系统某一方面发生故障时,也不会对系统整体的正常运行产生影响。

为实现对焚烧炉自动控制,避免对设备造成损坏,当炉温高高,超过设计温度时,会触发联锁停车,炉温过低,燃烧不充分,造成环境污染,会切断进料的设计。

应用该方法来对丙烯酸酯的废水焚烧工艺进行优化,即实现安全运行的要求,又节约成本,提高经济效益,废水循环利用,设备多重联锁保护。实现对于废水燃烧参数的精准控制,有利于丙烯酸酯废水的安全无害化处理。

4 结论

综上所述,焚烧法能够满足对丙烯酸酯废水进行处理的要求。结合现阶段企业在丙烯酸酯生产制备中应用的废水处理工艺情况,焚烧法的应用受到企业自身经营规模以及技术水平要求的影响较小,但由于该方法实际应用的成本较高,企业往往需要通过项目建设的方式来对废水焚烧方法进行优化。在未来的发展中,应能够结合丙烯酸酯的特性和特点,对包括焚烧法在内的丙烯酸酯废水处理方法进行深入研究。

参考文献:

- [1] 胡泽康,张惠灵等.壳聚糖/羧甲基纤维素/聚丙烯酰胺凝胶对含铅废水的吸附研究[J].工业水处理,2023,43(12):79-88.
- [2] 隋云乐.丙烯酸行业废水处理技术的研究与应用[J].广东化工,2023,50(11):126-127+135.