

关于蒸发结晶过程传热温差的选择

姚洪齐, 徐晨

(常州中源工程技术有限公司, 江苏 常州 213126)

摘要 在现代社会, 大量物质产品都是化工企业提供的, 人们的生活和生产活动都离不开化工产品。在化工行业、工业生产行业中, 蒸发结晶是常见的工艺之一, 应用较为广泛。温差大小影响传热效率的高低和蒸发结晶操作的工作效率。文章以蒸发结晶过程中的传热温差选择为研究对象, 分析传热温差对蒸发结晶操作的影响, 提出从明确沸点高低、加大滞留层控制、结合生产流程充分考虑蒸汽热能和加强设备分析, 重视人才培养几方面入手, 合理选择传热温差, 旨在为全面提升生产效率提供有效参考。

关键词 蒸发结晶; 传热温差; 选择方式

中图分类号: TQ026.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)01-0052-03

蒸发结晶操作是化工生产中的常见单元操作, 直接关系到化工产品的生产效率和质量。蒸发结晶的操作原理是通过加热将物质中的水分蒸发去除, 从而得到某类物质结晶体, 实现物质间分离, 满足提纯目的^[1]。在操作中, 需要将物料放置到加热区域, 设计适合的温度, 再将物料放入蒸发区域中, 借助压力控制作用使物料在某温度下实现饱和, 结合减压方式让水蒸气蒸发, 由于溶剂减少, 物料蒸发后实现浓缩, 以此产生晶体。在操作过程中, 会有诸多因素对蒸发结晶产生影响, 降低蒸发效率, 如加热设备、加热面积、传热温差等。同时, 蒸发结晶操作过程中, 可以使用的设备非常多。不同的化工企业会选择不同的设备, 而蒸发设备的总传热系数是明确、固定的, 没有什么可以扩展的空间。

因此, 化工企业应当全面分析工艺参数, 合理设计传热温差, 有效发挥设备功用, 提升蒸发结晶效率和质量。

1 传热温差对蒸发结晶操作的影响分析

在蒸发结晶操作过程中, 需要对加热器进行调整来改变传热温差, 增强传热效率, 提升蒸发结晶设备的生产能力。蒸发结晶设备在工作过程中, 使用非常高的温差对易饱和物料进行处理, 如果大幅度提升设备产能, 往往会产生比较大的操作安全隐患, 导致生产效率下降, 生产车间停产等问题。

因此, 需要科学分析蒸发结晶过程中的传热温差, 找出科学合理的传热温差调整方式, 保障生产过程安全稳定。

1.1 产生表面结晶, 影响传热性能

蒸发结晶作业, 需要的加热介质和投入的加热物料都是流体, 这就需要将传热方式选择为对流传热, 保障加热效果。但加热过程受材质表面的制约, 加上流体内部存在的摩擦力, 导致在加热过程中与表面接近的部分并没有很快产生晶体, 而是形成流体, 成为滞留层^[2]。滞留层的存在会造成整个加热过程与流体方向保持一致的传递方向。大部分加热物料形成的流体都没有很高的导热性, 传热往往都集中在一个位置, 温度差异也存在于滞留层底部。从实际传热温差过程来看, 热流体的热量传递过程需要经过三个步骤, 让冷流体产生受热, 让热流体温度逐步降低, 最终和整个流体温度保持一致。但滞留层的温度和其他部分的差异非常大, 一般情况下越靠近加热区域表面温度越高, 超过流体主流温度。如果流体主流接近沸点, 这时接近加热区域的流体基本上会直接沸腾。传热温差差异系数越大, 局部出现沸腾概率更高, 一旦传热温差达到一定的程度, 基本上局部沸腾是必然产生的现象。这种现象对整个蒸发结晶并非不利, 这种受热过程出现局部沸腾会增强流动效率, 可以有效满足单纯蒸发、升膜蒸发的需求。

但在蒸发过程中, 因部分物料出现沸腾, 溶剂和其他物质产生分离, 会形成大量的结晶体, 大部分会覆盖在表面, 给传热过程增强了一层非导热, 也就是加入污垢热阻, 导致总传热系数降低。从这种现象可以看出, 传热表面结晶增加, 结晶介质所产生的导热系数会降低, 传热系数会越来越小。从蒸发结晶过程可知, 盐类介质物料导热系数是没有办法超过金属导

热的, 二者的差距非常大。如果传热表面形成了诸多结晶, 很容易造成设备性能降低, 这与实现高效率并不符合。传热温差差异更大, 往往会让靠近加热区域的物料不断沸腾, 而且持续时间非常长, 这种结晶也会越来越多, 最终基本上全部覆盖到管壁上, 直接降低管道导热性能, 甚至会堵塞管道^[1]。

1.2 压力系数提升, 影响热能利用

蒸发结晶的操作过程是将饱和水蒸气作为热量来源, 虽然有时也会使用到热水蒸气作为热量来源, 但是不会产生较大过热, 这种潜热和显热间是没有什么差距的, 一般情况下可以不做考虑, 直接将其作为饱和蒸汽。此外, 蒸汽冷凝管道是需要将产生的饱和水排除的。如果有的饱和温度没有达到标准参数区间, 只是差异 $2^{\circ}\sim 3^{\circ}$ 可以不用考虑。因此, 在蒸发结晶过程中主要是发挥水的汽化潜热。结合热力学第一定律规定, 可以不考虑外发挥作用, 只关注锅炉中开始出现的水蒸气, 不管产生什么作用, 所发挥的热量作用是明确的数值。在加热过程中, 水蒸气由加热到冷却是一个完整的过程, 在两个阶段过程中产生的热量是相同的。通过对饱和水蒸气表可以清晰知道, 低压条件运行的水蒸气更容易产生潜热, 是超过高压过程产生的潜热的。在一般情况下, 蒸发结晶设备在加热过程中, 蒸汽压力越低在蒸发结晶操作过程产生的热量越大。在化工生产过程中, 热能利用方案有很多, 但均以蒸发结晶作业过程为核心。蒸发区域压力强度是确定的, 蒸发温度也是设置好的, 这时传热温度增高, 蒸发冷凝水温度也会升高, 逐步让过多热量借助冷凝水的显热过程进行流入, 导致整体热能利用效率较低。

2 蒸发结晶过程传热温差的选择方式

2.1 明确沸点高低, 合理选择传热温差

化工行业使用的蒸发结晶设备种类较多, 常用的是管外沸腾型。加热过程中的物料很多, 管道内部如果没有产生蒸发, 就能够避免结晶析出。在正常操作过程中, 需要将物料投入加热管道, 在加热室作用下, 让物料流体温度达到沸点温度, 然后将加热完成的物料放置到蒸发区域, 实现减压蒸发, 让结晶蒸发一同进行, 逐步产生结晶^[4]。操作过程中, 需要保障蒸发过程的稳定性, 针对蒸发容器设备中的物料, 合理利用液态静压, 确保溶液不会在加热区域出现沸腾, 也不能在加热室、加热表面形成结晶。如果蒸发室存在的液面提升 1cm, 加热室存在的静压就需要增加 0.01nPa, 整个操作压力应当保持在 0.08MPa~0.8MPa 间, 料液沸

点也会相应上涨 $0.5^{\circ}\text{C}\sim 2.8^{\circ}\text{C}$ 。

综上所述, 在蒸发结晶操作过程中, 当液面位置较高时, 加热室沸点也会相继增加, 需要使用的传热温差要设计得相应大一些。

2.2 加大滞留层控制, 明确传热温差

在蒸发结晶操作中, 应当从内在方面对加热过程进行分析, 合理判断滞留层出现过程, 要减少热阻的出现, 这需要找到合理的传热温度。结合流体力学理论, 圆管往往需要保持湍流而下, 这时滞留层厚度直接和雷诺数值成反比, 管道内部出现的流速成反比例关系^[5]。在蒸发结晶操作过程中, 应当明确设备仪器的中管内径, 一旦管道内部流速增大, 雷诺系数往往会和流体产生较大摩擦, 促使滞留层厚度越来越小。这就要求在设计工程中, 按照强制循环全面分析加热过程, 促进管道内物料加速。而且, 在蒸发结晶实际操作过程中, 往往可以实现多方面共同作用, 让滞留层厚度变薄, 缩小物料主流和传热温差的差异数值, 避免产生加热室结晶。

另外, 对传热温差的选择, 需要全面分析传热过程, 找出传热表面和物料主流温差不超过物料液面静压产生沸腾的方式, 有效满足不同过程的传热需求。

2.3 结合生产流程, 充分考虑蒸汽热能

在蒸发结晶生产过程中, 生产流程并不是很复杂, 需要全面考虑蒸汽热能, 保障传热温差的合理性。在化工生产的过程, 一般是在整个热负荷核心区域, 工艺操作性能直接影响到整个供热过程, 最为关键的是蒸汽压力, 它决定了蒸发结晶产生的传热温差。在操作过程中, 需要先明确蒸发结晶需要的压力, 才能开始生产工作。在生产过程中, 传热温差差异越大, 需要的蒸汽压力也就需要越高。其次, 在传热温差选择中, 需要先保障生产过程, 满足生产能力的要求, 确定较小温差, 有效控制蒸汽压力。通过这样的操作, 基本上供热系统在运行过程中产生的高能蒸汽就可以得到很好的利用, 以此确保蒸汽热量得到充分利用, 实现节能目标。按照节约原则设计生产过程时, 应当合理考虑整个生产流程, 按照生产工艺要求, 合理分配热量, 也需要结合生产流程对热量使用的需求, 让热量实现分级使用。

综上所述, 在确定温差大小过程中, 需要全面考虑生产过程的实际需求。

2.4 合理选择传热温差, 提升生产效率

从蒸发结晶系统使用过程分析, 传热温差需要结

合多个生产步骤来确定,才能有效保障传热温差的合理性,推动生产过程的持续进行。在传热温差计算过程中,需要分析物料液面静压过程产生的沸点,判断出加热区域沸点变化情况;根据加热区域物料表面温度高低,与局部区域的沸点温度进行对比,确保物料主流温度不超过蒸发区域沸点温度,保障传热温差的科学合理性,保障生产过程顺利进行。确定传热温差,需要先对热蒸汽温度明确,一般情况下与物料主流温差差异就是非常合理的传热温差^[6]。在实际分析过程中,很多参数不容易得到,或者计算过程非常复杂,如传热膜系数。在实际计算过程中,要先按照以往经验进行估算,综合考虑实际生产过程,适度调整已经确定的温差。然后,结合蒸发形式、物料属性等,合理选择传热温差。一般的单效或者多效蒸发过程,选择范围存在差异。单效蒸发过程应当保持在25℃,这样的传热温差才符合实际要求;多效蒸发过程需要将传热误差确定在30℃左右。

因此,在蒸发结晶方法选择上,需要全面考虑多方面因素,明确各方面因素对蒸发过程产生的影响,逐步降低其他风险因素对生产过程的影响,科学选择传热温差,保障整个生产过程安全可靠。

2.5 加强设备分析,重视人才培养

蒸发结晶操作的生产效率和质量直接受到传热温差的影响。要增强传热效率,先要对生产过程的设备进行更新,让热量发挥更大的优势。从现有设备使用过程来看,如果降低设备尺寸,会产生诸多不稳定的因素,影响生产过程。这需要结合现有使用过程和当前生产要求,合理优化设备,满足蒸发结晶作业需求。一方面,在对设备尺寸进行控制中,需要额外关注设备使用的稳定性;另一方面,对生产设备进行质量检查,分析运行风险问题、质量问题,为提升蒸发结晶生产效率提供保障。

蒸发结晶的生产过程涉及大量的生产技术人员,对传热温差进行控制和分析,也需要专业人员来进行,这就需要加大专业人才的培养力度,建设高素质人才队伍,更好地推动化工行业发展。

首先,加强内部培训。针对生产流程设计的各方面人员,全面分析人员情况,结合企业当前实际需求、人员职业发展等要求,明确培训内容和考核计划,让每个人员都有机会掌握先进的专业知识,实现理论素养和实践能力的提升。对于每一次考核过程,都需要进行详细的记录,将结果作为绩效评价、转岗等依据,以此更好地保障技术人员对传热温差进行有效测试。

其次,加大外部招聘力度。从蒸发结晶生产过程分析,对技术要求是非常高的,直接决定了传热温差的合理性。在进行外部招聘过程中,需要全面考虑生产构成需求、技术要求等,聘用理论素养高、实操操作技能强的专业人才。

另外,设备研发工作的开展对于化工行业来说也非常重要,能够为生产过程提供科学合理的设备,保障整个生产效率快速提升,有利于推动化工行业发展。因此,需要更加关注人才对化工企业的作用,强科研队伍的建设,增强各方面素质,推动生产效率的稳定提升。

3 结语

在市场经济发展中,企业间的竞争更加激烈,大量企业开始出现生存和发展困难,化工企业面临同样的发展挑战。再加上经济发展过程中能源紧缺、污染问题严重化,促使各国开始提倡节能减排,保障社会经济的全面发展、和谐发展。蒸发结晶操作过程的决定因素是传热温差,科学选择传热温差,能够有效满足各方面生产需求,以此提升生产效率和质量。在化工生产过程中,需要关注传热温差大小,全面分析温差对蒸发结晶产生的影响,进一步明确生产设备操作流程,有效满足当前蒸发结晶的需求。总之,传热温差可以对蒸发结晶产生很大的影响。这就需要合理分析二者间的关系,找出其中存在的问题,制定出针对性的解决措施,有效提升蒸发结晶生产效率,以此推动化工行业发展。

参考文献:

- [1] 刘德亮.机械蒸汽再压缩蒸发结晶系统性能研究[D].杭州:浙江工业大学,2013.
- [2] 黄宝玉.蒸发结晶过程传热温差的选择[J].天津化工,2013,27(01):31-33.
- [3] 宋志青.蒸发结晶操作中传热温差的选择[J].化工设计,1997(04):19-22.
- [4] 谢明君,李姣姣.接触界面传热温差控制的研究[J].中国设备工程,2021(15):88-89.
- [5] 卢奇,周振,黄超,等.蒸发结晶系统调试中的常见影响因素[J].广州化工,2020,48(08):116-117,137.
- [6] 苏亚琴,韦佳吟,刘杰,等.快速降压环境下盐水液滴蒸发过程的传热传质研究[J].热能动力工程,2022,37(10):87-95.