



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105683145 B

(45)授权公告日 2017. 11. 14

(21)申请号 201480059285.4

(22)申请日 2014.10.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105683145 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(30)优先权数据
2013-224082 2013.10.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.04.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/078603 2014.10.28

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/064563 JA 2015.05.07

(73)专利权人 三菱化学株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 小川宁之

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 王利波

(51)Int.Cl.
C07C 51/44(2006.01)
C07C 57/07(2006.01)
F04F 5/20(2006.01)
F04F 5/44(2006.01)

(56)对比文件
CN 1561251 A, 2005.01.05,
JP 1-105000 A, 1989.04.21,
CN 1276363 A, 2000.12.13,
审查员 贾晓

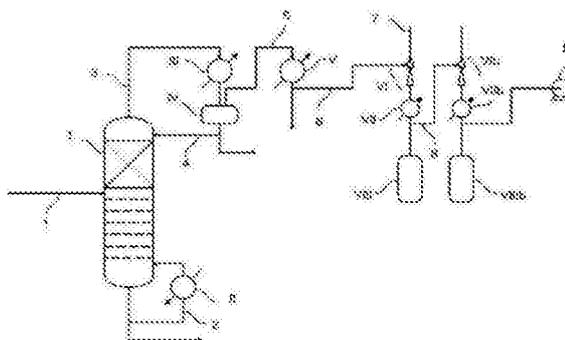
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

易聚合性化合物的减压蒸馏方法及丙烯酸
的制造方法

(57)摘要

本发明的课题在于提供一种在易聚合性化合物的减压蒸馏工序中使用蒸汽喷射器作为减压装置时,防止由易聚合性化合物的聚合导致的蒸汽喷射器的堵塞的方法。另外,本发明的课题还在于提供一种使用了该方法制造作为易聚合性化合物之一的丙烯酸的方法。本发明通过下述丙烯酸的制造方法解决了上述课题,该丙烯酸的制造方法包括:利用蒸汽喷射器对以丙烷、丙烯或丙烯醛为原料通过气相催化氧化反应而得到的丙烯酸进行减压蒸馏的工序,其中,该减压蒸馏工序包括对该蒸汽喷射器的外表面进行加热的工序。另外,本发明通过下述方法解决了上述课题,该方法是使用了蒸汽喷射器的丙烯酸或丙烯酸酯的减压蒸馏的方法,该方法包括对该蒸汽喷射器的外表面进行加热的工序。



1. 一种丙烯酸的制作方法,该方法包括:

利用蒸汽喷射器对以丙烷、丙烯或丙烯醛为原料通过气相催化氧化反应而得到的丙烯酸进行减压蒸馏的工序,

其中,该减压蒸馏工序包括对该蒸汽喷射器的外表面进行加热的工序,该蒸汽喷射器的驱动蒸汽的压力为0.5~2MPaG。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,使用蒸汽加热伴管对所述蒸汽喷射器的外表面进行加热。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,使用电加热器对所述蒸汽喷射器的外表面进行加热。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,将所述蒸汽喷射器的外表面加热至50℃以上。

5. 根据权利要求2所述的方法,其中,将所述蒸汽喷射器的外表面加热至50℃以上。

6. 根据权利要求3所述的方法,其中,将所述蒸汽喷射器的外表面加热至50℃以上。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的方法,其中,所述蒸汽喷射器是多级的。

8. 根据权利要求1~6中任一项所述的方法,其中,在所述蒸汽喷射器的下游设置有液封式的真空泵。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中,在所述蒸汽喷射器的下游设置有液封式的真空泵。

10. 一种使用了蒸汽喷射器的易聚合性化合物的减压蒸馏方法,该方法包括对该蒸汽喷射器的外表面进行加热的工序,该蒸汽喷射器的驱动蒸汽的压力为0.5~2MPaG。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述易聚合性化合物为丙烯酸或丙烯酸酯。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述易聚合性化合物为以丙烷、丙烯或丙烯醛为原料通过气相催化氧化反应而得到的丙烯酸。

13. 根据权利要求10所述的方法,其中,使用蒸汽加热伴管对所述蒸汽喷射器的外表面进行加热。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中,使用蒸汽加热伴管对所述蒸汽喷射器的外表面进行加热。

15. 根据权利要求12所述的方法,其中,使用蒸汽加热伴管对所述蒸汽喷射器的外表面进行加热。

16. 根据权利要求10所述的方法,其中,使用电加热器对所述蒸汽喷射器的外表面进行加热。

17. 根据权利要求11所述的方法,其中,使用电加热器对所述蒸汽喷射器的外表面进行加热。

18. 根据权利要求12所述的方法,其中,使用电加热器对所述蒸汽喷射器的外表面进行加热。

19. 根据权利要求10~18中任一项所述的方法,其中,将所述蒸汽喷射器的外表面加热至50℃以上。

20. 根据权利要求10~18中任一项所述的方法,其中,所述蒸汽喷射器是多级的。

21. 根据权利要求19所述的方法,其中,所述蒸汽喷射器是多级的。

22. 根据权利要求10~18中任一项所述的方法,其中,在所述蒸汽喷射器的下游设置有

液封式的真空泵。

23. 根据权利要求19所述的方法,其中,在所述蒸汽喷射器的下游设置有液封式的真空泵。

24. 根据权利要求20所述的方法,其中,在所述蒸汽喷射器的下游设置有液封式的真空泵。

25. 根据权利要求21所述的方法,其中,在所述蒸汽喷射器的下游设置有液封式的真空泵。

易聚合性化合物的减压蒸馏方法及丙烯酸的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及易聚合性化合物的减压蒸馏方法及丙烯酸的制造方法,具体涉及在易聚合性化合物的减压蒸馏中使用蒸汽喷射器作为减压装置,防止易聚合性化合物在蒸汽喷射器内部聚合的方法。另外,本发明还涉及使用了该方法来制造易聚合性化合物之一的丙烯酸的方法。

背景技术

[0002] 作为制造丙烯酸的方法,通常已知如下方法,将以丙烷、丙烯或丙烯醛为原料通过气相催化氧化反应而生成的含有丙烯酸的气体收集于水等收集溶剂中,从得到的丙烯酸溶液中分离丙烯酸,再将分离得到的丙烯酸通过减压蒸馏进行纯化。

[0003] 另外,作为制造丙烯酸酯的方法,已知如下方法:通过纯化丙烯酸与醇的酯化反应制成粗丙烯酸酯并对该粗丙烯酸酯进行蒸馏纯化的方法、或者通过丙烯酸酯与醇的酯交换反应制成粗丙烯酸酯并对得到的粗丙烯酸酯进行蒸馏纯化的方法等。

[0004] 丙烯酸类是易聚合性化合物,在丙烯酸类溶液的纯化工序中,特别是在伴随着较多加热的蒸馏工序中容易发生聚合。因此,作为蒸馏塔中的丙烯酸类发生聚合的应对方法,使用了如下方法:在供给阻聚剂、分子氧等的同时,为了使蒸馏塔内温度降低而对塔内进行减压等。

[0005] 从蒸馏塔蒸馏出的气体在热交换器中冷却而凝聚,一部分未凝聚气体被抽吸进减压装置。作为减压装置,通常使用液封式真空泵、蒸汽喷射器。但是,由于该未凝聚气体中含有丙烯酸,因此在该减压装置的附近会发生丙烯酸的聚合。

[0006] 这时,专利文献1(日本特开2000-344711号公报)公开了将抽吸进蒸汽喷射器的气体与驱动蒸汽一起通过蒸汽喷射器排出,接着在冷却时供给含有阻聚剂的液体的方法。

[0007] 另外,专利文献2(日本特开2005-289927号公报)公开了不向由蒸汽喷射器排出的蒸汽和抽吸气体中添加阻聚剂,而将其冷却至低于40℃,由此防止该凝聚液中的丙烯酸聚合的方法。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特开2000-344711号公报

[0011] 专利文献2:日本特开2005-289927号公报

发明内容

[0012] 发明要解决的技术问题

[0013] 然而,上述专利文献1和2中记载的发明虽然使用了蒸汽喷射器,但是使用了通过添加阻聚剂或进行冷却来防止易聚合性化合物发生聚合的方法,而并不是对蒸汽喷射器进行特殊的操作来防止易聚合性化合物的聚合。因此,在由于蒸汽喷射器的堵塞而无法保持减压的情况下,必须停止减压蒸馏塔的运行。

[0014] 蒸汽喷射器本身是较小的机器,在该蒸汽喷射器堵塞时,通过切换为备用机器可以避免蒸馏塔的运行停止,但该切换时产生的压力变化会扰乱蒸馏塔内的气液流动,成为蒸馏塔内的聚合堵塞的诱因。另外,由于会产生堵塞部位的清洗、分解复原等对操作者带来较大负担的问题,因此希望能够根本性地得到解决。

[0015] 本发明是为了解决上述问题而完成的。即,本发明的技术问题在于提供如下所述的方法,该方法包括:在易聚合性化合物的减压蒸馏工序中使用蒸汽喷射器作为减压装置时,防止由易聚合性化合物发生聚合而导致的蒸汽喷射器的堵塞。另外,本发明的技术问题在于提供使用了该方法制造作为易聚合性化合物之一的丙烯酸的方法。

[0016] 解决课题的方法

[0017] 本发明人发现,在对蒸汽喷射器的外表面进行加热时,与预想不同,聚合物的产生向受到抑制的方向移动。以该事实为基础进行了深入研究,结果发现,在使用蒸汽喷射器进行易聚合性化合物的减压蒸馏时,通过对该蒸汽喷射器的外表面进行加热,能够可靠地防止聚合物附着于该蒸汽喷射器内,从而完成了本发明。

[0018] 本发明的第一发明是一种丙烯酸的制造方法,该方法包括:利用蒸汽喷射器对以丙烷、丙烯或丙烯醛为原料通过气相催化氧化反应而得到的丙烯酸进行减压蒸馏的工序,其中,该减压蒸馏工序包括对蒸汽喷射器的外表面进行加热的工序。

[0019] 第一发明中的所述蒸汽喷射器的外表面优选使用蒸汽加热伴管进行加热,也优选使用电加热器进行加热。

[0020] 另外,优选将所述蒸汽喷射器的外表面加热至50℃以上。

[0021] 另外,所述蒸汽喷射器优选是多级的,优选在所述蒸汽喷射器的下游设置有液封式的真空泵。

[0022] 另外,本发明的第二发明是使用了蒸汽喷射器的易聚合性化合物的减压蒸馏方法,该方法包括对该蒸汽喷射器的外表面进行加热的工序。

[0023] 第二发明中的所述易聚合性化合物优选为丙烯酸或丙烯酸酯,也优选为以丙烷、丙烯或丙烯醛为原料通过气相催化氧化反应得到的丙烯酸。

[0024] 另外,所述蒸汽喷射器的外表面优选使用蒸汽加热伴管进行加热,也优选使用电加热器进行加热。

[0025] 另外,优选将所述蒸汽喷射器的外表面加热至50℃以上。

[0026] 另外,所述蒸汽喷射器是多级的,优选在所述蒸汽喷射器的下游设置有液封式的真空泵。

[0027] 发明的效果

[0028] 根据本发明,可以提供一种如下所述的方法,该方法包括:在易聚合性化合物的减压蒸馏工序中使用蒸汽喷射器作为减压装置时,防止由易聚合性化合物发生聚合而导致的蒸汽喷射器的堵塞。另外,还可以提供一种使用了该方法制造作为易聚合性化合物之一的丙烯酸的方法。

附图说明

[0029] 图1是示出本发明的减压蒸馏方法的一个例子的图。

[0030] 图2是示出本发明的蒸汽喷射器的一个例子的图。

- [0031] 图3是示出本发明中对蒸汽喷射器的外表面进行加热的方法的一个例子的图。
- [0032] 符号说明
- [0033] 1 原料
- [0034] 2 塔底液
- [0035] 3 塔顶馏出气体
- [0036] 4 回流液
- [0037] 5、6、8 未冷凝成分
- [0038] 7 驱动蒸汽
- [0039] I 蒸馏塔
- [0040] II 重沸器
- [0041] III、VII、VIIb 冷凝器
- [0042] IV 圆筒
- [0043] V 排气冷凝器
- [0044] 10、VI、VIb 蒸汽喷射器
- [0045] VIII、VIIIb 槽
- [0046] IX 液封式真空泵
- [0047] A 抽吸口
- [0048] B 供给口
- [0049] C 蒸汽室
- [0050] D 真空室
- [0051] E 分散器
- [0052] F 出口
- [0053] G 蒸汽加热伴管

具体实施方式

[0054] 以下,基于附图详细地对本发明的方法进行说明。图1是示出本发明的减压蒸馏方法的一个例子的流程图。

[0055] 原料(1)是含有易聚合性化合物的含有粗易聚合性化合物的液体,被供给于蒸馏塔(I)。作为易聚合性化合物,可以列举例如:丙烯酸类、甲基丙烯酸类、苯乙烯类等。

[0056] 丙烯酸类是丙烯酸及由丙烯酸与醇得到的丙烯酸酯的总称,是指其中的至少一种。可以列举例如:丙烯酸、丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸异丁酯、丙烯酸叔丁酯、丙烯酸甲氧基乙酯等。其中,作为丙烯酸,优选以丙烷、丙烯或丙烯醛为原料通过气相催化氧化反应得到的丙烯酸。

[0057] 另外,甲基丙烯酸类是甲基丙烯酸及由甲基丙烯酸与醇得到的甲基丙烯酸酯的总称,是指其中的至少一种。可以列举例如:甲基丙烯酸、甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸丁酯等。

[0058] 另外,苯乙烯类是苯乙烯及具有取代基的苯乙烯化合物的总称,是指其中的至少一种。可以列举例如:苯乙烯、 α -甲基苯乙烯、对氯苯乙烯、对甲氧基苯乙烯等。

[0059] 作为蒸馏塔的类型,可以列举:板式塔、填料塔、或其组合型(填充物与塔板、多种

塔板、多种填充物)等。

[0060] 作为塔板的种类,可以列举:以最通用的筛孔塔板为代表,没有下导管且液体和气体的滞留部较少的穿流塔板、圆环折流塔板、叶轮式栅格塔板等。

[0061] 滞留部少的塔板具有不易发生由聚合物导致的堵塞的优点,但为单塔板结构时气液接触的效率容易降低,从这点看优选为多级塔板。这时,从得到蒸馏分离所需要的理论塔板数的观点考虑,塔板的塔板数通常为3以上,优选为5以上,更优选为10以上。另一方面,随着塔板数的增加,气体集中于中心部而液体集中于外侧,气液接触的效率降低,因此通常为60以下,优选为40以下,更优选为30以下。

[0062] 填料塔中使用的填充物大致分为规则填充物和不规则填充物。

[0063] 作为规则填充物,可以列举例如:Sulzer packing (Sulzer chemtech公司制造)、TECHNO PACK (Sanrei Techno制造)等纱网型规则填充物、Mellapack (Sulzer chemtech公司制造)、TECHNO PACK (Sanrei Techno制造)、MC PACK (Mitsubishi Engineering公司制造)等片型规则填充物、FLEXIGRID (Koch-Glitsch公司制造)等栅格型规则填充物等。其它的可以列举:将金属丝捆扎起来编制而成的GOODROLL PACKING (TO-TOKU Engineering公司制造)、垂直地配置了多根金属丝的SUPER H PACK (NAGAOKA公司制造)等。

[0064] 另外,作为不规则填充物,可以列举:Cascade Mini Ring、IMTP、INTALOX (Koch-Glitsch公司制造)、Tellerette (月岛环境工程株式会社制造)、FLEXIRING (日挥株式会社制造)等。

[0065] 从蒸馏塔(I)的塔底抽出的液体(2)的一部分供给于重沸器(II),经过加热后返回蒸馏塔(I)。

[0066] 作为重沸器(II),可以列举例如:多管式热交换器、螺旋型热交换器。也可以使用薄膜式蒸发器代替重沸器,或者与重沸器组合使用。

[0067] 为了防止蒸馏塔内的聚合,从供给液、回流液、塔中间部等供给阻聚剂或阻聚剂溶液。

[0068] 作为使用的阻聚剂,可以列举例如:对苯二酚、氢醌单甲醚等苯酚化合物、2,2-二丁基二硫代氨基甲酸等二烷基二硫代氨基甲酸的铜或锰配位化合物、4-羟基-2,2,6,6-四甲基吡啶氧化物等硝酰自由基化合物、吩噻嗪等。以相同的目的供给空气或由氮稀释后的空气等含氧气体。该含氧气体可以作为用于保护压力计等计量设备不受塔内的工艺流体影响的吹扫气体来使用。

[0069] 来自蒸馏塔(I)的塔顶馏出气体(3)在冷凝器(III)中被冷凝,然后传送至圆筒(IV)。圆筒(IV)内冷凝液的一部分以回流液(4)的形式循环至蒸馏塔(I)。冷凝器(III)通常为空冷或水冷式的,能够冷却至与直接或间接的热排出场所即外部大气、河流、海水等接近的温度。

[0070] 冷凝器(III)中的未冷凝成分(5)进一步在排气冷凝器(V)中冷凝。该未冷凝成分(5)包含:供给于蒸馏塔(I)的供给液(1)中所含的低沸点成分、以防止聚合为目的供给于蒸馏塔的含氧气体、对计量设备的吹扫气体、从法兰盘等连接部进入负压的装置内的外部大气等。排气冷凝器(V)的冷媒通常通过冷冻机等进行调整,来自工艺的废冷、例如液化气的挥发、晶析固体熔融时产生的废冷等有时可以直接或间接地用于冷媒。在即使对未冷凝成分(5)进行进一步冷却但基本上不发生冷凝的情况下,有时不使用排气冷凝器(V)。

[0071] 排气冷凝器(V)中的未冷凝成分(6)、或未使用排气冷凝器(V)的情况下的冷凝器(III)的未凝聚成分(5)被导入作为减压装置的蒸汽喷射器(VI)的抽吸口。由于减压是为了降低蒸馏塔(I)的塔底温度而进行的,因此在蒸馏塔内的压力损失较大时,需要用蒸汽喷射器(VI)进一步降低压力。

[0072] 从防止聚合的观点考虑,优选蒸馏塔(I)的塔底温度尽量低。但是,随着压力降低,蒸馏塔变得大型化,由于馏出气体的冷凝温度较低而不能在冷凝器(III)中冷凝,从而使通过排气冷凝器(V)中发生冷凝的比例增加等,由于这些原因,从过度的减压会使经济性显著变差的观点考虑,是不优选的。因此,优选至少冷凝器(III)的凝聚量多于排气冷凝器(V)的凝聚量。

[0073] 对于蒸馏塔的塔底温度而言,为了抑制自由基的产生而导致的聚合,优选最高为该化合物在常压下的沸点以下,更优选比该沸点低10℃以上。

[0074] 在易聚合性化合物中,如果是丙烯酸,则优选为100℃以下,更优选为90℃以下。另外,在丙烯酸酯的情况下,根据其种类沸点有较大差异,因此无法确定相同的数值范围,然而,如上所述,同样地从抑制聚合的观点考虑,相对于常压下的丙烯酸类的沸点,塔底温度优选低10~100℃,更优选低15~90℃。

[0075] 另外,在易聚合性化合物中,如果是甲基丙烯酸甲酯,则优选为95℃以下,更优选为85℃以下。

[0076] 另外,在易聚合性化合物中,如果是苯乙烯,则优选为130℃以下,更优选为115℃以下。

[0077] 需要说明的是,在从蒸馏塔(III)的塔顶部以外抽出塔内气体的情况(未图示)下,利用与塔顶抽出塔内气体时不同的冷凝器和排气冷凝器对馏出气体进行凝聚,然后将未凝聚成分导入蒸汽喷射器的抽吸口。

[0078] 被抽吸至蒸汽喷射器(VI)的未冷凝成分(6)与驱动蒸汽(7)一起通过蒸汽喷射器(VI)的出口排出。驱动蒸汽(7)的压力通常为0.5~2MPaG左右,处于高于饱和温度数℃~数十℃的过热状态。虽然使用压力更低的蒸汽也能够驱动,但由于需要的蒸汽量大幅增加,因此是不经济的。虽然越高压的蒸汽效率越高,但由于对机器、配管要求较高的耐压性能,因此从设备投资方面考虑,经济性降低。排出的混合气体经冷凝器(VII)冷却,将冷凝得到的物质储存于槽(VIII)。特别是在槽(VIII)内的液温为40℃以上时和/或该槽内液中的易聚合性化合物浓度较高时,可以向其中加入阻聚剂。

[0079] 冷凝器(VII)中的未冷凝成分(8)被送入排气处理设备,或者根据需要被送至蒸汽喷射器(VIb)、液封式真空泵(IX)的抽吸口。在以多级的方式使用蒸汽喷射器的情况下,对从第一级喷射器排出的混合气体进行冷却,使其一部分冷凝,能够减少被抽吸至第二级以后的喷射器的气体量,因此效率较高,但由于机器数量增多、某些条件下凝聚温度会低于外部气温等原因,有时不对喷射器排出的混合气体进行冷凝而是抽吸至下一级喷射器。

[0080] 另外,对于液封式真空泵而言,封液具有蒸汽压、液封式真空泵的能力由抽吸气体的容量决定等,不适于高真空,而适于真空度较低的状态,因此优选设置于蒸汽喷射器的下游。另外,在以多级的方式使用蒸汽喷射器的情况下,可以列举将液封式真空泵设置于最后一级的蒸汽喷射器下游的方式。

[0081] 接下来,对蒸汽喷射器进行说明。

[0082] 图2是蒸汽喷射器(10)的一个例子。蒸汽喷射器(10)由以下部分构成:抽吸来自排气冷凝器(V)的未冷凝成分(6)的抽吸口(A)、驱动蒸汽的供给口(B)、蒸汽室(C)、真空室(D)、真空室(D)内的蒸汽喷嘴(未图示)、扩散器(E)以及未冷凝成分与蒸汽的混合气体的出口(F)。

[0083] 对于蒸汽喷射器的级数而言,在压缩比小的情况下可以列举一级的方式,另一方面,由于随着压缩比的增大,需要的驱动蒸汽量急剧增加,因此在压缩比大时,可以列举以多级方式降低驱动蒸汽消耗量的方式。但是,由于冷凝器等附属设备的数量也会增加,因此不希望过度地增加级数。考虑到上述情况,蒸汽喷射器的级数为1~4是适当的。

[0084] 本发明的特征在于对蒸汽喷射器的外表面进行加热。加热部位优选为抽吸口(A)的外表面及真空室(D)的外表面,更优选为抽吸口(A)的外表面、真空室(D)的外表面和扩散器(E)的外表面。

[0085] 在使用多级的蒸汽喷射器的情况下,抽吸的气体中所含的易聚合性化合物的浓度会增高至上游侧那样高,因此通常对至少第一级的蒸汽喷射器的外表面进行加热,优选从上游起对多个蒸汽喷射器的外表面进行加热,更优选对全部的蒸汽喷射器的外表面进行加热。

[0086] 对于加热得到的优选温度范围而言,根据实际结果,对蒸汽喷射器的外表面进行加热,使其温度通常为50℃以上,优选为60℃以上,更优选为70℃以上。

[0087] 需要说明的是,上述蒸汽喷射器的外表面温度是指在蒸汽喷射器的抽吸口、真空室和扩散器等各部位的外表面中温度最低的部位的外表面温度。其中,作为测定该温度的部位,不包括在与法兰盘部、支撑构件的焊接部处焊接的支柱等距蒸汽喷射器内部空间的距离超过25mm的部位。该温度例如可以如下测定:将温度计插入施工后的加热源的间隙、端部来测定,或者使用放射温度计等非接触型温度计来测定。

[0088] 另一方面,被抽吸的气体随着温度升高而体积膨胀,会使蒸汽喷射器的负载增大,因此在防止发生聚合等问题的情况下,优选较低温度,鉴于以上情况,该蒸汽喷射器的外表面温度通常低于150℃,优选为140℃以下,更优选为130℃以下。

[0089] 作为加热方法,没有特别限定,可以列举例如:缠绕蒸汽配管(蒸汽加热伴管)、缠绕电加热器的电热丝等。这时,由于能够精细地进行温度控制,因此优选缠绕电加热器的电热丝,由于能容易地得到热源且容易地进行温度控制,因此更优选缠绕蒸汽加热伴管。

[0090] 缠绕方法没有特别限定,例如,如图3所示,可以在蒸汽喷射器上缠绕1根蒸汽加热伴管、带状电加热器的电热丝,也可以使用多根进行缠绕。另外,缠绕于蒸汽喷射器的蒸汽加热伴管的配管、带状电加热器的电热丝可以如图3所示在配管之间、电热丝之间空开间隔,也可以不空开间隔。关键是能够将蒸汽喷射器的外表面加热至给定温度即可。

[0091] 作为蒸汽加热伴管的热源,可以分配蒸汽喷射器的驱动蒸汽,从运行管理和安全的观点考虑,优选使用另外的系统的压力更低的蒸汽。

[0092] 可以在蒸汽喷射器的作业期间之前开始预先对蒸汽喷射器的外表面进行加热。另外,优选在蒸汽喷射器的作业期间中持续对外表面进行加热,即使假如由于某种原因而使对该外表面的加热暂时中断,也不会失去本发明的效果。

[0093] 实施例

[0094] 以下,通过实施例更详细地对本发明进行说明,但本发明的范围不受这些实施例

的限定。

[0095] (比较例1)

[0096] 用溶剂收集通过丙烯的催化气相氧化而得到的含有丙烯酸的气体,将该溶剂进行蒸馏分离,得到的丙烯酸浓度为99%以上,向蒸馏塔供给含有吩噻嗪和二丁基二硫代氨基甲酸铜作为阻聚剂的粗丙烯酸。蒸馏塔使用了利用IMTP的不规则填料塔。在以塔顶压力2.8kPa、塔顶温度52℃、回流比1.2的条件下运行时,回流槽的液体温度为28℃,塔底温度为72℃。向塔顶冷凝器和回流管中供给氢醌单甲醚作为阻聚剂,另外,从塔底供给用氮稀释过的空气用于防止聚合。

[0097] 向排气冷凝器供给16℃的冷水作为冷媒,将未冷凝成分导入第一级蒸汽喷射器的抽吸口。需要说明的是,在本比较例1中,使用了图2所示的蒸汽喷射器作为蒸汽喷射器。从排气冷凝器至蒸汽喷射器的气体配管进行了利用蒸汽加热伴管和保温材料的保温。在该气体配管的中途使用控制阀(CV)对空气进行控制并供给,使得蒸馏塔的塔顶压力恒定。来自蒸汽喷射器的混合排气在二级式的热交换器内由28℃和16℃的冷却水冷却,然后将未冷凝成分导入第二级蒸汽喷射器的抽吸口。来自该蒸汽喷射器的混合排气在热交换器内由28℃的冷却水冷却,将未冷凝成分导入液封式真空泵的抽吸口。蒸汽喷射器的驱动蒸汽的第一级、第二级均为1.2MPaG。

[0098] 在上述条件下使蒸馏塔持续运行11个月期间,实施了三次将蒸汽喷射器切换为备用机器的清洗。在蒸汽喷射器清洗后的3周至2个月后,平均自1.5个月后确认了除了运行变动等以外的明显的CV开度的降低、即随着蒸汽喷射器的抽吸力降低,压力调节用的供给空气量减少。需要说明的是,运行变动导致的CV开度的变动为1~7%。

[0099] 持续运行时,在用放射温度计确认第一级蒸汽喷射器抽吸口的外表面温度时为40~46℃。可以认为这是明显高于排气冷凝器中的未冷凝成分的温度,保持了至少高于抽吸气体露点的温度。

[0100] (参考例1)

[0101] 与比较例类似,但将蒸汽喷射器的驱动蒸汽调整为1.0MPaG下进行了蒸馏塔的运行。蒸汽喷射器清洗后至CV开度降低的时间为3周和5周,没有得到改善。

[0102] (实施例1)

[0103] 如图3所示,使用蒸汽加热伴管对第一级和第二级的蒸汽喷射器的抽吸口的外表面、真空部的外表面及扩散器的外表面一边进行加热,一边进行蒸馏塔的运行,除此以外,与上述比较例1同样地操作。蒸汽加热伴管所使用的蒸汽为0.3MPaG。蒸汽喷射器的抽吸口的外表面温度为70~85℃。在11个月的持续运行中,未发现明显的CV开度降低。需要说明的是,在运行持续了6个月时刻,将蒸汽加热伴管的配管保持其状态且将加热伴管用蒸汽停止了2天,接着再开始蒸汽的供给,但在其前后未确认到显著性差异。由以上结果可知,对蒸汽喷射器的外表面进行加热对于长时间的持续运行特别有效,而且也可以较短时间地停止加热。

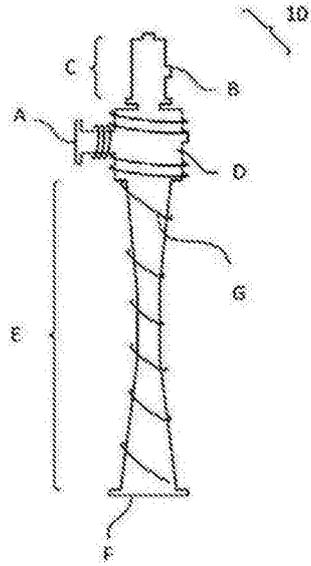


图3