



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115350679 B

(45) 授权公告日 2024.06.04

(21) 申请号 202210985228.5

C07C 69/96 (2006.01)

(22) 申请日 2022.08.17

C07C 29/128 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

C07C 29/80 (2006.01)

申请公布号 CN 115350679 A

C07C 31/20 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.11.18

(56) 对比文件

(73) 专利权人 沈阳工业大学

CA 2674852 A1,2010.02.13

地址 110870 辽宁省沈阳市铁西区经济技术开发区沈辽西路111号

CN 107759482 A,2018.03.06

CN 206184413 U,2017.05.24

CN 207694288 U,2018.08.07

(72) 发明人 程贵刚

CN 210385872 U,2020.04.24

EP 0383565 A1,1990.08.22

(74) 专利代理机构 沈阳智龙专利事务所(普通合伙) 21115

EP 2153891 A1,2010.02.17

JP 2003267897 A,2003.09.25

专利代理师 王聪耀 宋铁军

US 2017183228 A1,2017.06.29

(51) Int.Cl.

WO 2016024426 A1,2016.02.18

B01J 19/26 (2006.01)

梅支舵,殷芳喜.加压分离甲醇与碳酸二甲酯共沸物的新技术研究.安徽化工.(第01期),2-3.

B01D 3/14 (2006.01)

B01D 3/32 (2006.01)

C07C 68/065 (2020.01)

C07C 68/08 (2006.01)

审查员 桑元

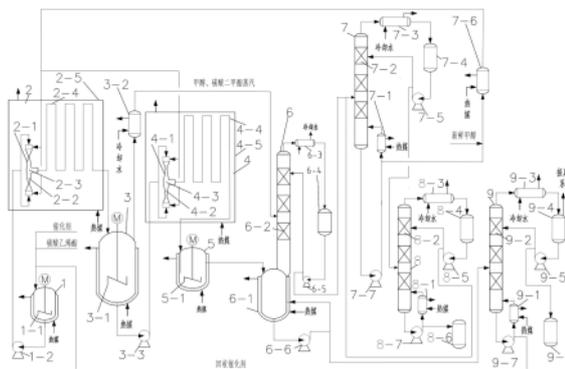
权利要求书5页 说明书14页 附图1页

(54) 发明名称

高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置及方法

(57) 摘要

本发明涉及高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置及方法,该装置包括依次连通的配料罐、第一高速喷流撞击管式反应器、汽液分离罐、第二高速喷流撞击管式反应器、熟化罐、轻组分分离塔系统、甲醇精馏塔系统和碳酸二甲酯精馏塔系统;同时,配料罐与乙二醇精馏塔系统连通,甲醇精馏塔系统分别与第一高速喷流撞击管式反应器和第二高速喷流撞击管式反应器连通,汽液分离罐与轻组分分离塔系统连通,轻组分分离塔系统与乙二醇精馏塔系统连通。本发明的装置及方法解决现有制备碳酸二甲酯的设备和工艺存在传热、传质效率低,反应周期长,能耗高、反应速率和产品收率低等问题。



CN 115350679 B

1. 高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置,其特征在于:该装置包括依次连通的配料罐(1)、第一高速喷流撞击管式反应器(2)、汽液分离罐(3)、第二高速喷流撞击管式反应器(4)、熟化罐(5)、轻组分分离塔系统(6)、甲醇精馏塔系统(7)和碳酸二甲酯精馏塔系统(8);同时,配料罐(1)与乙二醇精馏塔系统(9)连通,甲醇精馏塔系统(7)分别与第一高速喷流撞击管式反应器(2)和第二高速喷流撞击管式反应器(4)连通,汽液分离罐(3)与轻组分分离塔系统(6)连通,轻组分分离塔系统(6)与乙二醇精馏塔系统(9)连通;

所述配料罐(1)、汽液分离罐(3)和熟化罐(5)结构一致,均为外周圈设置有热媒,内部设置有机机械搅拌器的罐体结构;所述配料罐(1)顶部进液口连接乙二醇精馏塔系统(9)的乙二醇精馏塔塔底泵(9-7)出口端;配料罐(1)底部出液口通过第一动力流体泵(1-2)连通第一高速喷流撞击管式反应器(2)的两个第一拉瓦尔喷管(2-1)的管口;

所述汽液分离罐(3)上端的入口端与第一高速喷流撞击管式反应器(2)的第一管式反应器(2-4)的出口端连通,汽液分离罐(3)上端的汽体出口端通过分离罐冷凝器(3-2)与轻组分分离塔系统(6)的汽体入口端连通,汽液分离罐(3)底端的出口端通过第二动力流体泵(3-3)连通第二高速喷流撞击管式反应器(4)的两个第二拉瓦尔喷管(4-1)的管口;

所述熟化罐(5)顶端进液口连接第二高速喷流撞击管式反应器(4)的第二管式反应器(4-4)出口端,熟化罐(5)的上部溢流口连接轻组分分离塔系统(6)的轻组分分离塔塔釜(6-1)顶部进液口;

所述第一高速喷流撞击管式反应器(2)与第二高速喷流撞击管式反应器(4)结构一致,所述第一高速喷流撞击管式反应器(2)包括第一拉瓦尔喷管(2-1)、第一混合腔(2-2)、第一高速喷流撞击腔(2-3)、第一管式反应器(2-4)和第一加热器(2-5);第一拉瓦尔喷管(2-1)、第一混合腔(2-2)、第一高速喷流撞击腔(2-3)和第一管式反应器(2-4)均设置在第一加热器(2-5)内部,两个第一拉瓦尔喷管(2-1)相向设置并连通,中间连通部位形成的腔体为第一混合腔(2-2),第一混合腔(2-2)中部的垂直方向上连通第一高速喷流撞击腔(2-3),第一高速喷流撞击腔(2-3)连通第一管式反应器(2-4)的一端,第一管式反应器(2-4)的另一端连通汽液分离罐(3)顶部进液口,两个第一拉瓦尔喷管(2-1)的管口处开设有进汽口,进汽口与甲醇精馏塔系统(7)的甲醇汽化器(7-6)出口端连通;

第二高速喷流撞击管式反应器(4)包括第二拉瓦尔喷管(4-1),第二混合腔(4-2),第二高速喷流撞击腔(4-3),第二管式反应器(4-4),第二加热器(4-5);第二拉瓦尔喷管(4-1)、第二混合腔(4-2)、第二高速喷流撞击腔(4-3)和第二管式反应器(4-4)均设置在第二加热器(4-5)内部,两个第二拉瓦尔喷管(4-1)相向设置并连通,中间连通部位形成的腔体为第二混合腔(4-2),第二混合腔(4-2)中部的垂直方向上连通第二高速喷流撞击腔(4-3),第二高速喷流撞击腔(4-3)连通第二管式反应器(4-4)的一端,第二管式反应器(4-4)的另一端连通熟化罐(5)顶部的进液口;两个第二拉瓦尔喷管(4-1)的管口通过第二动力流体泵(3-3)与汽液分离罐(3)底部的出液口连通,两个第二拉瓦尔喷管(4-1)的管口处开设有进汽口,进汽口与甲醇精馏塔系统(7)的甲醇汽化器(7-6)出口端连通。

2. 根据权利要求1所述的高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置,其特征在于:

第一管式反应器(2-4)长径比为1000,第二管式反应器(4-4)长径比为1000。

3. 根据权利要求1所述的高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置,其特征在

于：

所述轻组分分离塔系统(6)包括轻组分分离塔塔釜(6-1)、轻组分白钢规整填料塔(6-2)、轻组分冷凝器(6-3)、轻组分接收罐(6-4)、轻组分液泵(6-5)和轻组分分离塔塔底泵(6-6)；轻组分分离塔塔釜(6-1)为外周圈设置有热媒的结构，所述轻组分分离塔塔釜(6-1)顶部进液口与熟化罐(5)的上部溢流口连通，轻组分分离塔塔釜(6-1)底部的出液口与轻组分分离塔塔底泵(6-6)的进液口连通，轻组分分离塔塔底泵(6-6)的出口连通轻组分分离塔塔釜(6-1)塔釜液回流进液口，轻组分分离塔塔底泵(6-6)的出口端连接乙二醇精馏塔系统(9)的进液口；轻组分分离塔塔釜(6-1)上端与轻组分白钢规整填料塔(6-2)连通并一体设置，轻组分白钢规整填料塔(6-2)的蒸汽入口端连通分离罐冷凝器(3-2)的出口端，轻组分白钢规整填料塔(6-2)的蒸汽出口端连通轻组分冷凝器(6-3)的入口端，轻组分冷凝器(6-3)的出口端连通轻组分接收罐(6-4)的入口端，轻组分接收罐(6-4)的出口端连通轻组分液泵(6-5)的出口端，轻组分液泵(6-5)的出口端连通轻组分白钢规整填料塔(6-2)上部回流进液口，轻组分液泵(6-5)的出口端还连通甲醇精馏塔系统(7)进液口。

4. 根据权利要求3所述的高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置，其特征在于：所述甲醇精馏塔系统(7)包括甲醇精馏塔再沸器(7-1)、甲醇精馏塔白钢规整填料塔(7-2)、甲醇精馏塔冷凝器(7-3)、甲醇精馏塔共沸液接收罐(7-4)、甲醇精馏塔共沸液泵(7-5)、甲醇汽化器(7-6)和甲醇精馏塔塔底泵(7-7)；所述甲醇精馏塔系统(7)中部进液口连通轻组分分离塔系统(6)的轻组分液泵(6-5)出口端还连通碳酸二甲酯精馏塔系统(8)的碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵(8-5)出口端；甲醇精馏塔白钢规整填料塔(7-2)顶部蒸汽出口连通甲醇精馏塔冷凝器(7-3)的入口端，甲醇精馏塔冷凝器(7-3)的出口端连通甲醇精馏塔共沸液接收罐(7-4)顶部的入口端，甲醇精馏塔共沸液接收罐(7-4)底部的出口端连通甲醇精馏塔共沸液泵(7-5)的入口端，甲醇精馏塔共沸液泵(7-5)的出口端连通甲醇精馏塔白钢规整填料塔(7-2)上部回流液进液口还连通碳酸二甲酯精馏塔系统(8)中部的进液口；甲醇精馏塔白钢规整填料塔(7-2)底部出液口连通甲醇精馏塔塔底泵(7-7)的入口端，甲醇精馏塔塔底泵(7-7)的出口端连通甲醇精馏塔再沸器(7-1)入口端，甲醇精馏塔再沸器(7-1)为设置有热媒的结构，甲醇精馏塔再沸器(7-1)出口端连通甲醇精馏塔白钢规整填料塔(7-2)的再沸液回流口；甲醇精馏塔塔底泵(7-7)的出口端还连通甲醇汽化器(7-6)入口端，甲醇汽化器(7-6)入口端还连通新鲜甲醇入口端，甲醇汽化器(7-6)出口端分别连通第一拉瓦尔喷管(2-1)和第二拉瓦尔喷管(4-1)的进汽口。

5. 根据权利要求4所述的高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置，其特征在于：

所述碳酸二甲酯精馏塔系统(8)包括碳酸二甲酯精馏塔再沸器(8-1)、碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔(8-2)、碳酸二甲酯精馏塔冷凝器(8-3)、碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐(8-4)、碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵(8-5)、碳酸二甲酯储罐(8-6)和碳酸二甲酯精馏塔塔底泵(8-7)；所述碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔(8-2)中部进液口连通甲醇精馏塔共沸液泵(7-5)的出口端；碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔(8-2)顶部蒸汽出口连通碳酸二甲酯精馏塔冷凝器(8-3)的入口端，碳酸二甲酯精馏塔冷凝器(8-3)的出口端连接碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐(8-4)顶部的入口端，碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐(8-4)底部的出口端连通碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵(8-5)的入口端，碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵(8-5)的

出口端连通碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔(8-2)上部回流液进液口,碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵(8-5)的出口端还连通甲醇精馏塔系统(7)中部的进液口;碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔(8-2)底部出液口连通碳酸二甲酯精馏塔塔底泵(8-7)的入口端,碳酸二甲酯精馏塔塔底泵(8-7)的出口端连通碳酸二甲酯精馏塔再沸器(8-1)入口端,碳酸二甲酯精馏塔再沸器(8-1)为设置有热媒的结构,碳酸二甲酯精馏塔再沸器(8-1)出口端连通碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔(8-2)再沸液回流口;碳酸二甲酯精馏塔塔底泵(8-7)的出口端还连接碳酸二甲酯储罐(8-6)顶部入口端。

6. 根据权利要求3所述的高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置,其特征在于:所述乙二醇精馏塔系统(9)包括乙二醇精馏塔再沸器(9-1)、乙二醇精馏塔白钢规整填料塔(9-2)、乙二醇精馏塔冷凝器(9-3)、乙二醇接收罐(9-4)、乙二醇泵(9-5)、乙二醇储罐(9-6)和乙二醇精馏塔塔底泵(9-7);所述乙二醇精馏塔系统(9)中部进液口连通轻组分分离塔塔底泵(6-6)的出口端;乙二醇精馏塔白钢规整填料塔(9-2)顶部蒸汽出口连通乙二醇精馏塔冷凝器(9-3)的入口端,乙二醇精馏塔冷凝器(9-3)的出口端连通乙二醇接收罐(9-4)顶部的入口端,乙二醇接收罐(9-4)底部的出口端连通乙二醇泵(9-5)的入口端,乙二醇泵(9-5)的出口端连通乙二醇精馏塔白钢规整填料塔(9-2)上部回流液进液口,乙二醇泵(9-5)的出口端还连通乙二醇储罐(9-6)顶部入口端;乙二醇精馏塔白钢规整填料塔(9-2)底部出液口连通乙二醇精馏塔塔底泵(9-7)的入口端,乙二醇精馏塔塔底泵(9-7)的出口端连通乙二醇精馏塔再沸器(9-1)入口端,乙二醇精馏塔再沸器(9-1)为设置有热媒的结构,乙二醇精馏塔再沸器(9-1)出口端连通乙二醇精馏塔白钢规整填料塔(9-2)再沸液回流口;乙二醇精馏塔塔底泵(9-7)的出口端还连通配料罐(1)顶部入口端。

7. 一种如权利要求1所述的高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置的方法,其特征在于:具体包括如下步骤:

步骤1. 原料碳酸乙烯酯、催化剂进入到配料罐(1)内搅拌混合均匀得到混合液,催化剂用量为碳酸乙烯酯质量的0.15%~0.25%;混合液在热媒的加热下达到反应温度,通过第一动力流体泵(1-2)连续进入到第一高速喷流撞击管式反应器(2);

步骤2. 配料罐(1)的混合液通过第一动力流体泵(1-2)泵入两个相向的第一拉瓦尔喷管(2-1),同时吸入甲醇蒸汽,甲醇与碳酸乙烯酯的摩尔比为(4~4.4):1,两股从第一拉瓦尔喷管(2-1)喷出的高速喷流,在第一高速喷流撞击腔(2-3)中相互撞击,然后进入第一管式反应器(2-4)进行酯交换反应得到碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液,甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液连续进入到汽液分离罐(3);

步骤3. 汽液分离罐(3)将甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液分离,分离出的甲醇蒸汽和反应生成的碳酸二甲酯蒸汽进入到轻组分分离塔系统(6);分离出轻组分的酯交换液通过第二动力流体泵(3-3)连续进入到第二高速喷流撞击管式反应器(4);

步骤4. 汽液分离罐(3)中的酯交换液通过第二动力流体泵(3-3)泵入两个相向的第二拉瓦尔喷管(4-1),同时吸入甲醇蒸汽,甲醇的添加量与步骤2中一致,两股从第二拉瓦尔喷管(4-1)喷出的高速喷流,在第二高速喷流撞击腔(4-3)中相互撞击,然后进入第二管式反应器(4-4)进行酯交换反应,从第二高速喷流撞击管式反应器(4)出来的甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液连续进入到熟化罐(5);

步骤5. 酯交换液在熟化罐(5)里继续进行补充酯交换反应;从熟化罐(5)里溢流出来的

熟化液进入到轻组分分离塔系统(6)；

步骤6.来自汽液分离罐(3)的甲醇蒸汽和反应生成的碳酸二甲酯蒸汽和熟化罐(5)的熟化液连续进入到轻组分分离塔系统(6),轻组分分离塔系统(6)分离出的轻组分汽体经冷凝器(6-3)冷凝进入轻组分接收罐(6-4),轻组分分离塔系统(6)分离出的轻组液部分作为轻组分分离塔系统(6)的回流,部分进入到甲醇精馏塔系统(7);轻组分分离塔系统(6)的塔釜液通过分离塔塔底泵连续进入到乙二醇精馏塔系统(9);

步骤7.来自轻组分分离塔系统(6)的轻组液及来自碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐8-4的共沸液连续进入到甲醇精馏塔系统(7),甲醇精馏塔系统(7)塔顶分离出的共沸物蒸汽经甲醇精馏塔冷凝器(7-3)冷凝进入到共沸液接收罐(7-4)得到共沸液,部分作为甲醇精馏塔系统(7)的回流,部分进入到碳酸二甲酯精馏塔系统(8);甲醇精馏塔系统(7)塔釜液经甲醇精馏塔塔底泵(7-7)进入到甲醇汽化器(7-6),汽化的甲醇继续用于酯交换反应;

步骤8.来自甲醇精馏塔系统(7)共沸液接收罐(7-4)的共沸液连续进入到碳酸二甲酯精馏塔系统(8),碳酸二甲酯精馏塔系统(8)塔顶分离出的共沸物蒸汽经碳酸二甲酯精馏塔冷凝器(8-3)冷凝进入到碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐(8-4)得到共沸液,部分作为碳酸二甲酯精馏塔系统(8)的回流,部分作为进料返回到甲醇精馏塔系统(7);碳酸二甲酯精馏塔系统(8)塔釜液经碳酸二甲酯精馏塔塔底泵(8-7)进入到碳酸二甲酯储罐(8-6);

步骤9.来自轻组分分离塔系统(6)的塔釜液连续进入到乙二醇精馏塔系统(9),乙二醇精馏塔系统(9)塔顶分离出的乙二醇蒸汽经乙二醇精馏塔冷凝器(9-3)冷凝进入到乙二醇接收罐(9-4)得到乙二醇,部分作为乙二醇精馏塔系统(9)的回流,部分进料进入到乙二醇储罐(9-6);乙二醇精馏塔系统(9)的塔釜液经乙二醇精馏塔塔底泵(9-7)部分进入乙二醇精馏塔再沸器(9-1)加热后返回乙二醇精馏塔系统(9),部分作为回收催化剂连续进入到配料罐(1)。

8.根据权利要求7所述的高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置的方法,其特征在于:

步骤1中配料罐(1)内温度为 $70^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$,压力为常压,物料的停留时间为 $0.5\text{h} \sim 0.75\text{h}$;

步骤2中第一高速喷流撞击管式反应器(2)内温度为 $80^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$,压力为 $0.2\text{MPa} \sim 0.25\text{MPa}$;

步骤3中汽液分离罐(3)内温度为 $70^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$,压力为常压,物料的停留时间为 $0.5\text{h} \sim 0.75\text{h}$;

步骤4中第二高速喷流撞击管式反应器(4)内温度为 $80^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$,压力为 $0.2\text{MPa} \sim 0.25\text{MPa}$;

步骤5中熟化罐(5)内温度为 $80^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$,压力为 $0.2\text{MPa} \sim 0.25\text{MPa}$,物料的停留时间为 $1.5\text{h} \sim 2\text{h}$;

步骤6中轻组分分离塔系统(6)塔釜温度为 $75^{\circ}\text{C} \sim 78^{\circ}\text{C}$,塔顶温度为 $64^{\circ}\text{C} \sim 66^{\circ}\text{C}$,回流比为 $3 \sim 4$,压力为常压;

步骤7中甲醇精馏塔系统(7)塔底温度为 70°C ,塔底压力为 0.13MPa ;塔顶温度为 64°C ,塔顶压力为常压,回流比为 2 ;

步骤8中碳酸二甲酯精馏塔系统(8)塔底温度为 183°C ,塔底压力为 1.33MPa ;塔顶温度

为147°C,塔顶压力为1.30MPa,回流比为1.2;

步骤9中乙二醇精馏塔系统(9)塔顶温度为150°C,塔顶压力为0.02MPa;塔底温度为178°C,回流比为1.5。

高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于化工技术领域,具体涉及高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置及方法。

背景技术

[0002] 碳酸二甲酯生产方法一般是光气法、甲醇氧化碳基化法和酯交换法。由于光气法是以剧毒的光气为主要原料,现已基本上淘汰,其余两种方法成为合成DMC的主要方法。联产乙二醇的酯交换法合成DMC技术,近年来得到了很快的发展。碳酸二甲酯制备过程一般采用釜式反应器及机械搅拌,这种制备设备存在的弊端是传热、传质效率低,反应周期长,能耗高,能耗的增加导致成本上升,不利于工业化生产。

[0003] 本领域急于寻找一种低能耗、环境友好型制备碳酸二甲酯的工艺及设备,以克服上述技术问题。

发明内容

[0004] 本发明提出高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置及方法,其目的在于解决现有制备碳酸二甲酯的设备和工艺存在传热、传质效率低,反应周期长,能耗高、反应速率和产品收率低等问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置,该装置包括依次连通的配料罐、第一高速喷流撞击管式反应器、汽液分离罐、第二高速喷流撞击管式反应器、熟化罐、轻组分分离塔系统、甲醇精馏塔系统和碳酸二甲酯精馏塔系统;同时,配料罐与乙二醇精馏塔系统连通,甲醇精馏塔系统分别与第一高速喷流撞击管式反应器和第二高速喷流撞击管式反应器连通,汽液分离罐与轻组分分离塔系统连通,轻组分分离塔系统与乙二醇精馏塔系统连通。

[0007] 进一步的,所述配料罐、汽液分离罐和熟化罐结构一致,均为外周圈设置有热媒,内部设置有机械搅拌器的罐体结构;所述配料罐顶部进液口连接乙二醇精馏塔系统的乙二醇精馏塔塔底泵出口端;配料罐底部出液口通过第一动力流体泵连通第一高速喷流撞击管式反应器的两个第一拉瓦尔喷管的管口;

[0008] 所述汽液分离罐上端的入口端与第一高速喷流撞击管式反应器的第一管式反应器的出口端连通,汽液分离罐上端的汽体出口端通过分离罐冷凝器与轻组分分离塔系统的汽体入口端连通,汽液分离罐底端的出口端通过第二动力流体泵连通第二高速喷流撞击管式反应器的两个第二拉瓦尔喷管的管口;

[0009] 所述熟化罐顶端进液口连接第二高速喷流撞击管式反应器的第二管式反应器出口端,熟化罐的上部溢流口连接轻组分分离塔系统的轻组分分离塔塔釜顶部进液口。

[0010] 进一步的,所述第一高速喷流撞击管式反应器与第二高速喷流撞击管式反应器结构一致,所述第一高速喷流撞击管式反应器包括第一拉瓦尔喷管、第一混合腔、第一高速喷

流撞击腔、第一管式反应器和第一加热器；第一拉瓦尔喷管、第一混合腔、第一高速喷流撞击腔和第一管式反应器均设置在第一加热器内部，两个第一拉瓦尔喷管相向设置并连通，中间连通部位形成的腔体为第一混合腔，第一混合腔中部的垂直方向上连通第一高速喷流撞击腔，第一高速喷流撞击腔连通第一管式反应器的一端，第一管式反应器的另一端连通汽液分离罐顶部进液口，两个第一拉瓦尔喷管的管口处开设有进汽口，进汽口与甲醇精馏塔系统的甲醇汽化器出口端连通；

[0011] 第二高速喷流撞击管式反应器包括第二拉瓦尔喷管，第二混合腔，第二高速喷流撞击腔，第二管式反应器，第二加热器；第二拉瓦尔喷管、第二混合腔、第二高速喷流撞击腔和第二管式反应器均设置在第二加热器内部，两个第二拉瓦尔喷管相向设置并连通，中间连通部位形成的腔体为第二混合腔，第二混合腔中部的垂直方向上连通第二高速喷流撞击腔，第二高速喷流撞击腔连通第二管式反应器的一端，第二管式反应器的另一端连通熟化罐顶部的进液口；两个第二拉瓦尔喷管的管口通过第二动力流体泵与汽液分离罐底部的出液口连通，两个第二拉瓦尔喷管的管口处开设有进汽口，进汽口与甲醇精馏塔系统的甲醇汽化器出口端连通。进一步的，第一管式反应器长径比为1000，第二管式反应器长径比为1000。

[0012] 进一步的，所述轻组分分离塔系统包括轻组分分离塔塔釜、轻组分白钢规整填料塔、轻组分冷凝器、轻组分接收罐、轻组分液泵和轻组分分离塔塔底泵；轻组分分离塔塔釜为外周圈设置有热媒的结构，所述轻组分分离塔塔釜顶部进液口与熟化罐的上部溢流口连通，轻组分分离塔塔釜底部的出液口与轻组分分离塔塔底泵的进液口连通，轻组分分离塔塔底泵的出口连通轻组分分离塔塔釜塔釜液回流进液口，轻组分分离塔塔底泵的出口端连接乙二醇精馏塔系统的进液口；轻组分分离塔塔釜上端与轻组分白钢规整填料塔连通并一体设置，轻组分白钢规整填料塔的蒸汽入口端连通分离罐冷凝器的出口端，轻组分白钢规整填料塔的蒸汽出口端连通轻组分冷凝器的入口端，轻组分冷凝器的出口端连通轻组分接收罐的入口端，轻组分接收罐的出口端连通轻组分液泵的出口端，轻组分液泵的出口端连通轻组分白钢规整填料塔上部回流进液口，轻组分液泵的出口端还连通甲醇精馏塔系统进液口。

[0013] 进一步的，所述甲醇精馏塔系统包括甲醇精馏塔再沸器、甲醇精馏塔白钢规整填料塔、甲醇精馏塔冷凝器、甲醇精馏塔共沸液接收罐、甲醇精馏塔共沸液泵、甲醇汽化器和甲醇精馏塔塔底泵；所述甲醇精馏塔系统中部进液口连通轻组分分离塔系统的轻组分液泵出口端还连通碳酸二甲酯精馏塔系统的碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵出口端；甲醇精馏塔白钢规整填料塔顶部蒸汽出口连通甲醇精馏塔冷凝器的入口端，甲醇精馏塔冷凝器的出口端连通甲醇精馏塔共沸液接收罐顶部的入口端，甲醇精馏塔共沸液接收罐底部的出口端连通甲醇精馏塔共沸液泵的入口端，甲醇精馏塔共沸液泵的出口端连通甲醇精馏塔白钢规整填料塔上部回流液进液口还连通碳酸二甲酯精馏塔系统中部的进液口；甲醇精馏塔白钢规整填料塔底部出液口连通甲醇精馏塔塔底泵的入口端，甲醇精馏塔塔底泵的出口端连通甲醇精馏塔再沸器入口端，甲醇精馏塔再沸器为设置有热媒的结构，甲醇精馏塔再沸器出口端连通甲醇精馏塔白钢规整填料塔的再沸液回流口；甲醇精馏塔塔底泵的出口端还连通甲醇汽化器入口端，甲醇汽化器入口端还连通新鲜甲醇入口端，甲醇汽化器出口端分别连通第一拉瓦尔喷管和第二拉瓦尔喷管的进汽口。

[0014] 进一步的,所述碳酸二甲酯精馏塔系统包括碳酸二甲酯精馏塔再沸器、碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔、碳酸二甲酯精馏塔冷凝器、碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐、碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵、碳酸二甲酯储罐和碳酸二甲酯精馏塔塔底泵;所述碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔中部进液口连通甲醇精馏塔共沸液泵的出口端;碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔顶部蒸汽出口连通碳酸二甲酯精馏塔冷凝器的入口端,碳酸二甲酯精馏塔冷凝器的出口端连接碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐顶部的入口端,碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐底部的出口端连通碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵的入口端,碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵的出口端连通碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔上部回流液进液口,碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵的出口端还连通甲醇精馏塔系统中部的进液口;碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔底部出液口连通碳酸二甲酯精馏塔塔底泵的入口端,碳酸二甲酯精馏塔塔底泵的出口端连通碳酸二甲酯精馏塔再沸器入口端,碳酸二甲酯精馏塔再沸器为设置有热媒的结构,碳酸二甲酯精馏塔再沸器出口端连通碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔再沸液回流口;碳酸二甲酯精馏塔塔底泵的出口端还连接碳酸二甲酯储罐顶部入口端。

[0015] 进一步的,所述乙二醇精馏塔系统包括乙二醇精馏塔再沸器、乙二醇精馏塔白钢规整填料塔、乙二醇精馏塔冷凝器、乙二醇接收罐、乙二醇泵、乙二醇储罐和乙二醇精馏塔塔底泵;所述乙二醇精馏塔系统中部进液口连通轻组分分离塔塔底泵的出口端;乙二醇精馏塔白钢规整填料塔顶部蒸汽出口连通乙二醇精馏塔冷凝器的入口端,乙二醇精馏塔冷凝器的出口端连通乙二醇接收罐顶部的入口端,乙二醇接收罐底部的出口端连通乙二醇泵的入口端,乙二醇泵的出口端连通乙二醇精馏塔白钢规整填料塔上部回流液进液口,乙二醇泵的出口端还连通乙二醇储罐顶部入口端;乙二醇精馏塔白钢规整填料塔底部出液口连通乙二醇精馏塔塔底泵的入口端,乙二醇精馏塔塔底泵的出口端连通乙二醇精馏塔再沸器入口端,乙二醇精馏塔再沸器为设置有热媒的结构,乙二醇精馏塔再沸器出口端连通乙二醇精馏塔白钢规整填料塔再沸液回流口;乙二醇精馏塔塔底泵的出口端还连通配料罐顶部入口端。

[0016] 一种高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置的方法,具体包括如下步骤:

[0017] 步骤1.原料碳酸乙烯酯、催化剂进入到配料罐内搅拌混合均匀得到混合液,催化剂用量为碳酸乙烯酯质量的0.15%~0.25%;混合液在热媒的加热下达到反应温度,通过第一动力流体泵连续进入到第一高速喷流撞击管式反应器;

[0018] 步骤2.配料罐的混合液通过动力流体泵泵入两个相向的第一拉瓦尔喷管,同时吸入甲醇蒸汽,甲醇与碳酸乙烯酯的摩尔比为4~4.4:1,两股从第一拉瓦尔管喷出的高速喷流,在高速喷流撞击腔中相互撞击,然后进入第一管式反应器进行酯交换反应得到碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液,甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液连续进入到汽液分离罐;

[0019] 步骤3.汽液分离罐将甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液分离,分离出的甲醇蒸汽和反应生成的碳酸二甲酯蒸汽进入到轻组分分离塔系统;分离出轻组分的酯交换液通过第二动力流体泵连续进入到第二高速喷流撞击管式反应器;

[0020] 步骤4.汽液分离罐中的酯交换液通过第二动力流体泵泵入两个相向的第二拉瓦尔喷管,同时吸入甲醇蒸汽,甲醇的添加量与步骤2中一致,两股从第二拉瓦尔管喷出的高

速喷流,在高速喷流撞击腔中相互撞击,然后进入第二管式反应器进行酯交换反应,从第二高速喷流撞击管式反应器出来的甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液连续进入到熟化罐;

[0021] 步骤5.酯交换液在熟化罐里继续进行补充酯交换反应;从熟化罐里溢流出来的熟化液进入到轻组分分离塔系统;

[0022] 步骤6.来自汽液分离罐的甲醇蒸汽和反应生成的碳酸二甲酯蒸汽和熟化罐的熟化液连续进入到轻组分分离塔系统,轻组分分离塔系统分离出的轻组分气体经冷凝器冷凝进入轻组液接收罐,轻组分分离塔系统分离出的轻组液部分作为轻组分分离塔系统的回流,部分进入到甲醇精馏塔系统;轻组分分离塔系统的塔釜液通过分离塔塔底泵连续进入到乙二醇精馏塔系统;

[0023] 步骤7.来自轻组分分离塔系统的轻组液及来自碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐的共沸液连续进入到甲醇精馏塔系统,甲醇精馏塔系统塔顶分离出的共沸物蒸汽经甲醇精馏塔冷凝器冷凝进入到共沸液接收罐得到共沸液,部分作为甲醇精馏塔系统的回流,部分进入到碳酸二甲酯精馏塔系统;甲醇精馏塔系统塔釜液经甲醇精馏塔塔底泵进入到甲醇汽化器,汽化的甲醇继续用于酯交换反应;

[0024] 步骤8.来自甲醇精馏塔系统共沸液接收罐的共沸液连续进入到碳酸二甲酯精馏塔系统,碳酸二甲酯精馏塔系统塔顶分离出的共沸物蒸汽经碳酸二甲酯精馏塔冷凝器冷凝进入到碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐得到共沸液,部分作为碳酸二甲酯精馏塔系统的回流,部分作为进料返回到甲醇精馏塔系统;碳酸二甲酯精馏塔系统塔釜液经碳酸二甲酯精馏塔塔底泵进入到碳酸二甲酯储罐;

[0025] 步骤9.来自轻组分分离塔系统的塔釜液连续进入到乙二醇精馏塔系统,乙二醇精馏塔系统塔顶分离出的乙二醇蒸汽经乙二醇精馏塔冷凝器冷凝进入到乙二醇接收罐得到乙二醇,部分作为乙二醇精馏塔系统的回流,部分进料进入到乙二醇储罐;乙二醇精馏塔系统的塔釜液经乙二醇精馏塔塔底泵部分进入乙二醇精馏塔再沸器加热后返回乙二醇精馏塔系统,部分作为回收催化剂连续进入到配料罐。

[0026] 进一步的,步骤1中配料罐内温度为 $70^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$,压力为常压,物料的停留时间为 $0.5\text{h} \sim 0.75\text{h}$;

[0027] 步骤2中第一高速喷流撞击管式反应器内温度为 $80^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$,压力为 $0.2\text{MPa} \sim 0.25\text{MPa}$;

[0028] 步骤3中汽液分离罐内温度为 $70^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$,压力为常压,物料的停留时间为 $0.5\text{h} \sim 0.75\text{h}$;

[0029] 步骤4中第二高速喷流撞击管式反应器内温度为 $80^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$,压力为 $0.2\text{MPa} \sim 0.25\text{MPa}$;

[0030] 步骤5中熟化罐内温度为 $80^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$,压力为 $0.2\text{MPa} \sim 0.25\text{MPa}$,物料的停留时间为 $1.5\text{h} \sim 2\text{h}$;

[0031] 步骤6中轻组分分离塔系统塔釜温度为 $75^{\circ}\text{C} \sim 78^{\circ}\text{C}$,塔顶温度为 $64^{\circ}\text{C} \sim 66^{\circ}\text{C}$,回流比为 $3 \sim 4$,压力为常压;

[0032] 步骤7中甲醇精馏塔系统塔底温度为 70°C ,塔底压力为 0.13MPa ;塔顶温度为 64°C ,塔顶压力为常压,回流比为 2 ;

[0033] 步骤8中碳酸二甲酯精馏塔系统塔底温度为183℃,塔底压力为1.33MPa;塔顶温度为147℃,塔顶压力为1.30MPa,回流比为1.2;

[0034] 步骤9中乙二醇精馏塔系统塔顶温度为150℃,塔顶压力为0.02MPa;塔底温度为178℃,回流比为1.5。

[0035] 本发明的高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置及方法,与现有技术相比,有益效果为:

[0036] 1、采用高速喷流撞击管式反应器进行酯交换反应,两股非均相流体相向高速流动,通过撞击形成一个高度湍动的撞击区,撞击流有效改善了反应器内的混合及传质效果,提高了反应速率和产品收率;

[0037] 2、缩短了反应时间,节能,提高了生产效率,绿色环保,环境友好;

[0038] 3、本装置在生产碳酸二甲酯的同时副产乙二醇,提高了装置的经济效益;

[0039] 4、碳酸二甲酯收率大于95%,碳酸二甲酯质量优于工业级国标;本发明工艺成熟,设备先进,连续操作,自动化程度高。

附图说明

[0040] 图1为本发明高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置示意图;

[0041] 附图标记:1、配料罐,1-1、机械搅拌器,1-2、第一动力流体泵;2、第一高速喷流撞击管式反应器,2-1、第一拉瓦尔喷管,2-2、混合腔,2-3、第一高速喷流撞击腔,2-4、第一管式反应器,2-5、第一加热器;3、汽液分离罐,3-1、分离罐机械搅拌器,3-2、分离罐冷凝器,3-3、第二动力流体泵;4、第二高速喷流撞击管式反应器,4-1、第二拉瓦尔喷管,4-2、混合腔,4-3、第二高速喷流撞击腔,4-4、第二管式反应器,4-5、第二加热器;5、熟化罐,5-1、熟化罐机械搅拌器;6、轻组分分离塔,6-1、轻组分分离塔塔釜,6-2、轻组分白钢规整填料,6-3、轻组分冷凝器,6-4、轻组分接收罐,6-5、轻组分液泵,6-6、轻组分分离塔塔底泵;7、甲醇精馏塔,7-1、甲醇精馏塔再沸器,7-2、甲醇精馏塔白钢规整填料,7-3、甲醇精馏塔冷凝器,7-4、甲醇精馏塔共沸液接收罐,7-5、甲醇精馏塔共沸液泵,7-6、甲醇汽化器,7-7、甲醇精馏塔塔底泵;8、碳酸二甲酯精馏塔,8-1、碳酸二甲酯精馏塔再沸器,8-2、碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料,8-3、碳酸二甲酯精馏塔冷凝器,8-4、碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐,8-5、碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵,8-6、碳酸二甲酯储罐,8-7、碳酸二甲酯精馏塔塔底泵;9、乙二醇精馏塔,9-1、乙二醇精馏塔再沸器,9-2、乙二醇精馏塔白钢规整填料,9-3、乙二醇精馏塔冷凝器,9-4、乙二醇接收罐,9-5、乙二醇泵,9-6、乙二醇储罐,9-7、乙二醇精馏塔塔底泵。

具体实施方式

[0042] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0043] 针对工程问题和市场需求,为了克服现有技术中存在的问题,本发明提供一种工艺成熟,连续操作,自动化程度高,反应器技术先进,反应效率高,节能、环境友好;采用先进的高速喷流撞击管式反应器进行酯交换反应,由于混合液经拉瓦尔管高速喷出,会在汽体吸入口产生负压区,致使汽体被吸入,并在负压区迅速膨胀并被动力流体打成微小气泡,进

入混合腔;此时,在混合腔中,汽体、液体在混合腔中充分混合,并且由于能量交换而加速排出,速度可以达到音速,混合液的势能增加到最大,更加强了传质、传热的效果;两股流体相向高速流动,通过撞击形成一个高度湍动的撞击区,大大强化了过程热、质传递;撞击流其强烈的微观混合以及压力波动特性可以使化学反应快速进行,瞬间产生有效均匀的过饱和度;而且由于混沌流动状态使混合尺度迅速减小,不同尺度漩涡及彼此折叠碰撞增强了湍动强度和能量扩散,促使分子在发生化学反应时达到更有效的高能级碰撞,撞击流强化了传热、传质,提高了反应速率和产品收率,制备的碳酸二甲酯质量高于工业级国标,提高了反应速率和产品收率。

[0044] 如图1所示,高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置,包括依次连通的配料罐1、第一高速喷流撞击管式反应器2、汽液分离罐3、第二高速喷流撞击管式反应器4、熟化罐5、轻组分分离塔系统6、甲醇精馏塔系统7和碳酸二甲酯精馏塔系统8;同时,配料罐1还与乙二醇精馏塔系统9连通,甲醇精馏塔系统7还分别与第一高速喷流撞击管式反应器2和第二高速喷流撞击管式反应器4连通,汽液分离罐3还与轻组分分离塔系统6连通,轻组分分离塔系统6还与乙二醇精馏塔系统9连通。

[0045] 所述配料罐1为外周圈设置有热媒,内部设置有机械搅拌器1-1的罐体结构,配料罐1顶部开设有催化剂、碳酸乙烯酯进液口,配料罐1顶部进液口连接乙二醇精馏塔系统9的乙二醇精馏塔塔底泵9-7出口端;配料罐1底部出液口连接第一动力流体泵1-2的入口端,第一动力流体泵1-2的出口端连接第一高速喷流撞击管式反应器2的第一拉瓦尔喷管2-1液体入口端;配料罐1用于碳酸乙烯酯、催化剂配料,同时在搅拌的作用下将碳酸乙烯酯、催化剂混合均匀;混合液在热媒的加热下达到反应温度,通过动力流体泵1-2进入到第一高速喷流撞击管式反应器2。

[0046] 所述第一高速喷流撞击管式反应器2包括第一拉瓦尔喷管2-1、第一混合腔2-2、第一高速喷流撞击腔2-3、第一管式反应器2-4和第一加热器2-5;第一拉瓦尔喷管2-1、第一混合腔2-2、第一高速喷流撞击腔2-3和第一管式反应器2-4均设置在第一加热器2-5内部,两个第一拉瓦尔喷管2-1相向设置并连通,中间连通部位形成的腔体为第一混合腔2-2,第一混合腔2-2中部的垂直方向上连通第一高速喷流撞击腔2-3,第一高速喷流撞击腔2-3连通第一管式反应器2-4的一端,第一管式反应器2-4的另一端连通汽液分离罐3顶部进液口,第一管式反应器2-4为长径比大于1000的管子,可以是 $\Phi 75\text{mm}$ 或 $\Phi 100\text{mm}$,可以设置为往复型或弹簧型。

[0047] 两个第一拉瓦尔喷管2-1的管口处开设有进汽口,进汽口与甲醇精馏塔系统7的甲醇汽化器7-6出口端连通。所述第一高速喷流撞击管式反应器2用于酯交换反应;两个相向的第一拉瓦尔喷管2-1通过第一动力流体泵1-2与配料罐1连通,并与甲醇精馏塔系统7的甲醇汽化器7-6出口端连通,配料罐1的混合液通过第一动力流体泵1-2泵入两个相向的第一拉瓦尔喷管2-1,两个相向的第一拉瓦尔喷管2-1的进气口同时吸入甲醇精馏塔系统7的甲醇汽化器7-6出口端汽化的甲醇蒸汽,两股从第一拉瓦尔喷管2-1喷出的高速喷流(配料罐1的混合液和甲醇精馏塔系统7的甲醇蒸汽),通过第一混合腔2-2在高速喷流撞击腔2-3中相互撞击,然后进入第一管式反应器2-4进行酯交换反应,酯交换液连续进入到汽液分离罐3。

[0048] 具体为,由于配料罐1的原料混合液经第一拉瓦尔喷管2-1高速喷出,会在第一拉瓦尔喷管2-1的进汽口产生负压区,致使甲醇精馏塔系统7的甲醇蒸汽被吸入,并在其负压

区迅速膨胀并被动力流体打成微小气泡,进入第一拉瓦尔喷管2-1的第一混合腔2-2;此时,在第一混合腔2-2中,甲醇蒸汽和混合液充分混合,并且由于能量交换而加速排出,速度可以达到音速,再经过第一拉瓦尔喷管2-1的第一混合腔2-2将混合液的势能增加到最大,更加强了传质、传热的效果;来自第一拉瓦尔喷管2-1两股流体相向高速流动,通过撞击形成一个高度湍动的撞击区,大大强化了过程热、质传递;撞击流其强烈的微观混合以及压力波动特性可以使化学反应快速进行,瞬间产生有效均匀的过饱和度;而且由于混沌流动状态使混合尺度迅速减小,不同尺度漩涡及彼此折叠碰撞增强了湍动强度和能量扩散,促使分子在发生化学反应时达到更有效的高能级碰撞,撞击流有效改善了反应器内的混合及传质效果,提高了反应速率和产品收率。

[0049] 所述汽液分离罐3为外周圈设置有热媒,内部设置有分离罐机械搅拌器3-1的罐体结构,汽液分离罐3上端的入口端与第一管式反应器2-4的出口端连通,汽液分离罐3上端的汽体出口端通过分离罐冷凝器3-2与轻组分分离塔系统6的汽体入口端连通,汽液分离罐3底端的出口端通过第二动力流体泵3-3与第二高速喷流撞击管式反应器4的两个第二拉瓦尔喷管4-1连通。所述汽液分离罐3用于甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液分离;从第一高速喷流撞击管式反应器2出来的酯交换液连续进入到汽液分离罐3上端的进液口,汽液分离罐3将甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液分离,分离出的汽体通过分离罐冷凝器3-2进入到轻组分分离塔系统6,分离出轻组分的酯交换液通过动力流体泵3-3进入到第二高速喷流撞击管式反应器4。

[0050] 第二高速喷流撞击管式反应器4结构与第一高速喷流撞击管式反应器2一致,第二高速喷流撞击管式反应器4包括第二拉瓦尔喷管4-1,第二混合腔4-2,第二高速喷流撞击腔4-3,第二管式反应器4-4,第二加热器4-5;第二拉瓦尔喷管4-1、第二混合腔4-2、第二高速喷流撞击腔4-3和第二管式反应器4-4均设置在第二加热器4-5内部,两个第二拉瓦尔喷管4-1相向设置并连通,中间连通部位形成的腔体为第二混合腔4-2,第二混合腔4-2中部的垂直方向上连通第二高速喷流撞击腔4-3,第二高速喷流撞击腔4-3连通第二管式反应器4-4的一端,第二管式反应器4-4的另一端连通熟化罐5顶部的进液口。两个第二拉瓦尔喷管4-1的管口通过第二动力流体泵3-3与汽液分离罐3底部的出液口连通,两个第二拉瓦尔喷管4-1的管口处开设有进汽口,进汽口与甲醇精馏塔系统7的甲醇汽化器7-6出口端连通。所述第二高速喷流撞击管式反应器4用于酯交换反应。

[0051] 两个第二拉瓦尔喷管4-1通过第二动力流体泵3-3与汽液分离罐3底部的出液口连通,并与甲醇精馏塔系统7的甲醇汽化器7-6出口端连通,汽液分离罐3的混合液通过第二动力流体泵3-3泵入两个相向的第二拉瓦尔喷管4-1,两个相向的第二拉瓦尔喷管4-1进汽口同时吸入甲醇精馏塔系统7的甲醇汽化器7-6出口端汽化的甲醇蒸汽,两股从第二拉瓦尔喷管4-1喷出的高速喷流(汽液分离罐3的酯交换液和甲醇精馏塔系统7的甲醇蒸汽),通过第二混合腔4-2在高速喷流撞击腔4-3中相互撞击,然后进入第二管式反应器4-4进行酯交换反应,酯交换液连续进入到熟化罐5。

[0052] 所述熟化罐5为外周圈设置有热媒,内部设置有熟化罐机械搅拌器5-1的罐体结构;所述熟化罐5顶端进液口连接第二高速喷流撞击管式反应器4的第二管式反应器4-4出口端,熟化罐5的上部溢流口连接轻组分分离塔塔釜6-1顶部进液口;所述熟化罐5用于继续进行补充酯交换反应;从第二高速喷流撞击管式反应器4出来的酯交换液连续进入到熟化

罐5,在熟化罐5里继续进行补充酯交换反应;从熟化罐5里溢流出来的酯交换物料进入到轻组分分离塔系统6塔釜。

[0053] 所述轻组分分离塔系统6包括轻组分分离塔塔釜6-1、轻组分白钢规整填料塔6-2、轻组分冷凝器6-3、轻组分接收罐6-4、轻组分液泵6-5和轻组分分离塔塔底泵6-6;轻组分分离塔塔釜6-1为外周圈设置有热媒的结构,所述轻组分分离塔塔釜6-1顶部进液口与熟化罐5的上部溢流口连通,轻组分分离塔塔釜6-1底部的出液口与轻组分分离塔塔底泵6-6的进液口连通,轻组分分离塔塔底泵6-6的出口连通轻组分分离塔塔釜6-1塔釜液回流进液口,轻组分分离塔塔底泵6-6的出口端连接乙二醇精馏塔系统9的进液口;轻组分分离塔塔釜6-1上端与轻组分白钢规整填料塔6-2连通一体设置,轻组分白钢规整填料塔6-2的蒸汽入口端连通分离罐冷凝器3-2的出口端,轻组分白钢规整填料塔6-2的蒸汽出口端连通轻组分冷凝器6-3的入口端,轻组分冷凝器6-3的出口端连通轻组分接收罐6-4的入口端,轻组分接收罐6-4的出口端连通轻组分液泵6-5的出口端,轻组分液泵6-5的出口端连通轻组分白钢规整填料塔6-2上部回流进液口,轻组分液泵6-5的出口端还连通甲醇精馏塔系统7进液口。所述轻组分分离塔系统6用于汽液分离罐3、熟化罐5里酯交换液轻组分的分离;轻组分分离塔系统6分离出的轻组分汽体经冷凝器6-3冷凝进入轻组分液接收罐6-4,部分作为轻组分分离塔系统6的回流,部分进入到甲醇精馏塔系统7;轻组分分离塔系统6的塔釜液通过轻组分分离塔塔底泵6-6连续进入到乙二醇精馏塔系统9。

[0054] 所述甲醇精馏塔系统7包括甲醇精馏塔再沸器7-1,甲醇精馏塔白钢规整填料塔7-2,甲醇精馏塔冷凝器7-3,甲醇精馏塔共沸液接收罐7-4,甲醇精馏塔共沸液泵7-5,甲醇汽化器7-6,甲醇精馏塔塔底泵7-7;所述甲醇精馏塔系统7中部进液口连通轻组分分离塔系统6的轻组分液泵6-5出口端还连通碳酸二甲酯精馏塔系统8的碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵8-5出口端;甲醇精馏塔白钢规整填料塔7-2顶部蒸汽出口连通甲醇精馏塔冷凝器7-3的入口端,甲醇精馏塔冷凝器7-3的出口端连通甲醇精馏塔共沸液接收罐7-4顶部的入口端,甲醇精馏塔共沸液接收罐7-4底部的出口端连通甲醇精馏塔共沸液泵7-5的入口端,甲醇精馏塔共沸液泵7-5的出口端连通甲醇精馏塔白钢规整填料塔7-2上部回流液进液口还连接碳酸二甲酯精馏塔系统8中部的进液口;甲醇精馏塔白钢规整填料塔7-2底部出液口连接甲醇精馏塔塔底泵7-7的入口端,甲醇精馏塔塔底泵7-7的出口端连接甲醇精馏塔再沸器7-1入口端,甲醇精馏塔再沸器7-1为设置有热媒的结构,甲醇精馏塔再沸器7-1出口端连接甲醇精馏塔白钢规整填料塔7-2的再沸液回流口;甲醇精馏塔塔底泵7-7的出口端还连接甲醇汽化器7-6入口端,甲醇汽化器7-6入口端还连接新鲜甲醇入口端,甲醇汽化器7-6出口端分别连接第一拉瓦尔喷管2-1、第二拉瓦尔喷管4-1的汽体入口端;所述甲醇精馏塔系统7用于共沸液精馏出甲醇;甲醇精馏塔系统7塔顶分离出的共沸物蒸汽经甲醇精馏塔冷凝器7-3冷凝进入到甲醇精馏塔共沸液接收罐7-4,部分作为甲醇精馏塔系统7的回流,部分进入到碳酸二甲酯精馏塔系统8;甲醇精馏塔系统7塔釜液经甲醇精馏塔塔底泵7-7进入到甲醇汽化器7-6,汽化的甲醇继续用于第一高速喷流撞击管式反应器2和第二高速喷流撞击管式反应器4的酯交换反应。

[0055] 所述碳酸二甲酯精馏塔系统8包括碳酸二甲酯精馏塔再沸器8-1、碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔8-2、碳酸二甲酯精馏塔冷凝器8-3、碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐8-4、碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵8-5、碳酸二甲酯储罐8-6和碳酸二甲酯精馏塔塔底泵8-7;所

述碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔8-2中部进液口连通甲醇精馏塔共沸液泵7-5的出口端;碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔8-2顶部蒸汽出口连通碳酸二甲酯精馏塔冷凝器8-3的入口端,碳酸二甲酯精馏塔冷凝器8-3的出口端连接碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐8-4顶部的入口端,碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐8-4底部的出口端连通碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵8-5的入口端,碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵8-5的出口端连通碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔8-2上部回流液进液口,碳酸二甲酯精馏塔共沸液泵8-5的出口端还连通甲醇精馏塔系统7中部的进液口;碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔8-2底部出液口连通碳酸二甲酯精馏塔塔底泵8-7的入口端,碳酸二甲酯精馏塔塔底泵8-7的出口端连通碳酸二甲酯精馏塔再沸器8-1入口端,碳酸二甲酯精馏塔再沸器8-1为设置有热媒的结构,碳酸二甲酯精馏塔再沸器8-1出口端连通碳酸二甲酯精馏塔白钢规整填料塔8-2再沸液回流口;碳酸二甲酯精馏塔塔底泵8-7的出口端还连接碳酸二甲酯储罐8-6顶部入口端;所述碳酸二甲酯精馏塔系统8用于共沸液精馏出碳酸二甲酯;碳酸二甲酯精馏塔系统8塔顶分离出的共沸物蒸汽经碳酸二甲酯精馏塔冷凝器8-3冷凝进入到碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐8-4,部分作为碳酸二甲酯精馏塔系统8的回流,部分作为进料返回到甲醇精馏塔系统7;碳酸二甲酯精馏塔系统8塔釜液经碳酸二甲酯精馏塔塔底泵8-7进入到碳酸二甲酯储罐8-6。

[0056] 所述乙二醇精馏塔系统9包括乙二醇精馏塔再沸器9-1、乙二醇精馏塔白钢规整填料塔9-2、乙二醇精馏塔冷凝器9-3、乙二醇接收罐9-4、乙二醇泵9-5、乙二醇储罐9-6和乙二醇精馏塔塔底泵9-7。所述乙二醇精馏塔系统9中部进液口连通轻组分分离塔塔底泵6-6的出口端;乙二醇精馏塔白钢规整填料塔9-2顶部蒸汽出口连通乙二醇精馏塔冷凝器9-3的入口端,乙二醇精馏塔冷凝器9-3的出口端连通乙二醇接收罐9-4顶部的入口端,乙二醇接收罐9-4底部的出口端连通乙二醇泵9-5的入口端,乙二醇泵9-5的出口端连通乙二醇精馏塔白钢规整填料塔9-2上部回流液进液口,乙二醇泵9-5的出口端还连通乙二醇储罐9-6顶部入口端;乙二醇精馏塔白钢规整填料塔9-2底部出液口连通乙二醇精馏塔塔底泵9-7的入口端,乙二醇精馏塔塔底泵9-7的出口端连通乙二醇精馏塔再沸器9-1入口端,乙二醇精馏塔再沸器9-1为设置有热媒的结构,乙二醇精馏塔再沸器9-1出口端连通乙二醇精馏塔白钢规整填料塔9-2再沸液回流口;乙二醇精馏塔塔底泵9-7的出口端还连通配料罐1顶部入口端;所述乙二醇精馏塔系统9用于轻组分分离塔系统6的塔釜液精馏出乙二醇;轻组分分离塔系统6的塔釜液通过轻组分分离塔塔底泵6-6连续泵入乙二醇精馏塔系统9,乙二醇精馏塔系统9塔顶分离出的乙二醇蒸汽经乙二醇精馏塔冷凝器9-3冷凝进入到乙二醇接收罐9-4,部分作为乙二醇精馏塔系统9的回流,部分进料进入到乙二醇储罐9-6;乙二醇精馏塔系统9的塔釜液经乙二醇精馏塔塔底泵9-7部分进入乙二醇精馏塔再沸器9-1加热后返回乙二醇精馏塔系统9,部分作为回收催化剂连续进入到配料罐1。

[0057] 本发明采用的原料为工业品碳酸乙烯酯(质量含量大于99.5%)、工业品甲醇(质量含量大于99.5%)、催化剂等;所用公用工程水蒸汽为0.4MPa,290°C的过热水蒸汽;公用工程水蒸汽主要为配料罐1的热媒、第一高速喷流撞击管式反应器2的第一加热器2-5、汽液分离罐3的热媒、第二高速喷流撞击管式反应器4的第二加热器4-5、熟化罐5的热媒、轻组分分离塔系统6的热媒、甲醇精馏塔系统7的热媒、碳酸二甲酯精馏塔系统8的热媒、乙二醇精馏塔系统9的热媒提供热源;装置各设备通过相应的管线连接,附图1中管线在图上发生交叉而实际并不相交时,按照竖断横不断的原则绘制。热媒结构为现有的夹套结构;塔釜的热

媒结构为现有的再沸器结构。

[0058] 一种基于上述装置的碳酸二甲酯生产方法,具体包括如下步骤:

[0059] (1) 将原料碳酸乙烯酯、催化剂填入到配料罐1内,配料罐1内温度为70°C~75°C,压力为常压,同时在机械搅拌器1-1搅拌的作用下将碳酸乙烯酯、催化剂混合均匀得到混合液;混合液在热媒的加热下达到反应温度,物料的停留时间为0.5h~0.75h;通过动力流体泵1-2连续进入到第一高速喷流撞击管式反应器2;

[0060] (2) 配料罐1内的混合液通过动力流体泵1-2泵入两个相向的第一拉瓦尔喷管2-1,第一拉瓦尔喷管2-1进汽口同时吸入甲醇精馏塔系统7的甲醇蒸汽,两股从第一拉瓦尔喷管2-1喷出的高速喷流,在高速喷流撞击腔中相互撞击,然后进入管式反应器2-4进行酯交换反应得到酯交换液,酯交换液连续进入到汽液分离罐3;第一高速喷流撞击管式反应器2内温度为80°C~85°C,压力为0.2MPa~0.25MPa;

[0061] (3) 汽液分离罐3将未反应的甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液分离,分离出的汽体进入到轻组分分离塔系统6;分离出轻组分的酯交换液通过第二动力流体泵3-3连续进入到第二高速喷流撞击管式反应器4的两个相向的第二拉瓦尔喷管4-1;汽液分离罐3内温度为70°C~75°C,压力为常压,物料的停留时间为0.5h~0.75h;

[0062] (4) 第二拉瓦尔喷管4-1进汽口同时吸入甲醇精馏塔系统7的甲醇蒸汽,两股从第二拉瓦尔喷管4-1喷出的高速喷流,在高速喷流撞击腔中相互撞击,然后进入第二管式反应器4-4进行酯交换反应,从第二高速喷流撞击管式反应器4出来的酯交换液连续进入到熟化罐5;第二高速喷流撞击管式反应器4内温度为80°C~85°C,压力为0.2MPa~0.25MPa;

[0063] (5) 酯交换液在熟化罐5里继续进行补充酯交换反应;从熟化罐5里溢流出来的熟化液进入到轻组分分离塔系统6塔釜;熟化罐5内温度为80°C~85°C,压力为0.2MPa~0.25MPa,物料的停留时间为1.5h~2h;

[0064] (6) 来自汽液分离罐3、熟化罐5的物料连续进入到轻组分分离塔系统6,轻组分分离塔系统6分离出的轻组分汽体经冷凝器6-3冷凝进入轻组液接收罐6-4,得到的轻组液分别作为轻组分分离塔系统6的回流,以及进入到甲醇精馏塔系统7;轻组分分离塔系统6的塔釜液通过轻组分分离塔塔底泵6-6连续进入到乙二醇精馏塔系统9;轻组分分离塔系统6塔釜温度为75°C~78°C,塔顶温度为64°C~66°C,回流比为3~4,压力为常压;

[0065] (7) 来自轻组分分离塔系统6的轻组液连续进入到甲醇精馏塔系统7,甲醇精馏塔系统7塔顶分离出的共沸物蒸汽经甲醇精馏塔冷凝器7-3冷凝进入到甲醇精馏塔共沸液接收罐7-4,得到的共沸液分别作为甲醇精馏塔系统7的回流,以及进入到碳酸二甲酯精馏塔系统8;甲醇精馏塔系统7塔釜液经甲醇精馏塔塔底泵7-7进入到甲醇汽化器7-6,汽化的甲醇分别进入第一拉瓦尔喷管2-1、第二拉瓦尔喷管4-1的汽体入口继续用于酯交换反应;甲醇精馏塔系统7塔底温度为70°C,塔底压力为0.13MPa;塔顶温度为64°C,塔顶压力为常压,回流比为2;

[0066] (8) 来自甲醇精馏塔系统7的共沸液连续进入到碳酸二甲酯精馏塔系统8,碳酸二甲酯精馏塔系统8塔顶分离出的共沸物蒸汽经碳酸二甲酯精馏塔冷凝器8-3冷凝进入到碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐8-4,得到的共沸液分别作为碳酸二甲酯精馏塔系统8的回流,以及作为进料返回到甲醇精馏塔系统7;碳酸二甲酯精馏塔系统8塔釜液经碳酸二甲酯精馏塔塔底泵8-7进入到碳酸二甲酯储罐8-6;碳酸二甲酯精馏塔系统8塔底温度为183°C,

塔底压力为1.33MPa;塔顶温度为147°C,塔顶压力为1.30MPa,回流比为1.2;

[0067] (9) 来自轻组分分离塔系统6的塔釜液连续进入到乙二醇精馏塔系统9,乙二醇精馏塔系统9塔顶分离出的乙二醇蒸汽经乙二醇精馏塔冷凝器9-3冷凝进入到乙二醇接收罐9-4,得到的乙二醇分别作为乙二醇精馏塔系统9的回流,以及进料进入到乙二醇储罐9-6;乙二醇精馏塔系统9的塔釜液经乙二醇精馏塔塔底泵9-7分别进入乙二醇精馏塔再沸器9-1加热后返回乙二醇精馏塔系统9,以及作为回收催化剂连续进入到配料罐1。乙二醇精馏塔系统9塔顶温度为150°C,塔顶压力为0.02MPa;塔底温度为178°C,回流比为1.5。

[0068] 实施例1

[0069] 基于高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置的碳酸二甲酯生产方法,包括如下步骤:

[0070] 所述步骤(1)原料工业级碳酸乙烯酯(质量含量大于99.5%)176kg/h、催化剂0.44kg/h进入到配料罐1内,同时在搅拌的作用下将碳酸乙烯酯、催化剂混合均匀;混合液在热媒的加热下达到反应温度,通过第一动力流体泵1-2进入到第一高速喷流撞击管式反应器2;所述配料罐1内温度为70°C,压力为常压,催化剂用量为碳酸乙烯酯质量的0.25%,物料的停留时间为0.75h;

[0071] 所述步骤(2)来自配料罐1的混合液连续进入到第一高速喷流撞击管式反应器2;配料罐1的混合液通过第一动力流体泵1-2泵入两个相向的第一拉瓦尔喷管2-1,进气口同时吸入甲醇(质量含量大于99.5%)蒸汽,两股从拉瓦尔管喷出的高速喷流,在高速喷流撞击腔中相互撞击,然后进入第一管式反应器2-4进行酯交换反应,酯交换液连续进入到汽液分离罐3;所述第一高速喷流撞击管式反应器2内温度为80°C,压力为0.2MPa,第一管式反应器2-4长径比为1000,碳酸乙烯酯:甲醇为1:4.4(摩尔比),甲醇282kg/h;

[0072] 所述步骤(3)来自第一高速喷流撞击管式反应器2酯交换液连续进入到汽液分离罐3,汽液分离罐3将甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液分离,分离出的气体进入到轻组分分离塔系统6;分离出轻组分的酯交换液通过第二动力流体泵3-3进入到第二高速喷流撞击管式反应器4;所述汽液分离罐3内温度为70°C,压力为常压,物料的停留时间为0.75h;

[0073] 所述步骤(4)来自汽液分离罐3分离出轻组分的酯交换液连续进入到第二高速喷流撞击管式反应器4;汽液分离罐3里分离气体后的酯交换液通过第二动力流体泵3-3泵入两个相向的第二拉瓦尔喷管4-1,进气口同时吸入甲醇蒸汽,两股从第二拉瓦尔管4-1喷出的高速喷流,在高速喷流撞击腔中相互撞击,然后进入第二管式反应器4-4进行酯交换反应,从第二高速喷流撞击管式反应器4出来的酯交换液连续进入到熟化罐5;所述第二高速喷流撞击管式反应器4内温度为80°C,压力为0.2MPa,第二管式反应器4-4长径比为1000,碳酸乙烯酯:甲醇为1:4.4(摩尔比),甲醇282kg/h;

[0074] 所述步骤(5)来自第二高速喷流撞击管式反应器4的酯交换液连续进入到熟化罐5,在熟化罐5里继续进行补充酯交换反应;从熟化罐5里溢流出来的熟化液进入到轻组分分离塔系统6塔釜;所述熟化罐5内温度为80°C,压力为0.2MPa,物料的停留时间为2h;

[0075] 所述步骤(6)来自汽液分离罐3、熟化罐5的物料连续进入到轻组分分离塔系统6,轻组分分离塔系统6分离出的轻组分气体经轻组分冷凝器6-3冷凝进入轻组分液接收罐6-4,部分作为轻组分分离塔系统6的回流,部分进入到甲醇精馏塔系统7;轻组分分离塔系统6

的塔釜液通过轻组分分离塔塔底泵6-6连续进入到乙二醇精馏塔系统9;轻组分分离塔系统6塔釜温度为75°C,塔顶温度为64°C,回流比为3,压力为常压;

[0076] 所述步骤(7)来自轻组分分离塔系统6的共沸液连续进入到甲醇精馏塔系统7,甲醇精馏塔系统7塔顶分离出的共沸物蒸汽经甲醇精馏塔冷凝器7-3冷凝进入到甲醇精馏塔共沸液接收罐7-4,部分作为甲醇精馏塔系统7的回流,部分进入到碳酸二甲酯精馏塔系统8;甲醇精馏塔系统7塔釜液经甲醇精馏塔塔底泵7-7进入到甲醇汽化器7-6,汽化的甲醇继续用于酯交换反应;甲醇精馏塔系统7塔底温度为70°C,塔底压力为0.13MPa;塔顶温度为64°C,塔顶压力为常压,回流比为2;

[0077] 所述步骤(8)来自甲醇精馏塔系统7的共沸液连续进入到碳酸二甲酯精馏塔系统8,碳酸二甲酯精馏塔系统8塔顶分离出的共沸物蒸汽经碳酸二甲酯精馏塔冷凝器8-3冷凝进入到碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐8-4,部分作为碳酸二甲酯精馏塔系统8的回流,部分作为进料返回到甲醇精馏塔系统7;碳酸二甲酯精馏塔系统8塔釜液经碳酸二甲酯精馏塔塔底泵8-7进入到碳酸二甲酯储罐8-6;碳酸二甲酯精馏塔系统8塔底温度为183°C,塔底压力为1.33MPa;塔顶温度为147°C,塔顶压力为1.30MPa,回流比为1.2;碳酸二甲酯采出172kg/h;

[0078] 所述步骤(9)来自轻组分分离塔系统6的塔釜液连续进入到乙二醇精馏塔系统9,乙二醇精馏塔系统9塔顶分离出的乙二醇蒸汽经冷凝器9-3冷凝进入到乙二醇接收罐9-4,部分作为乙二醇精馏塔系统9的回流,部分进料进入到乙二醇储罐9-6;乙二醇精馏塔系统9的塔釜液经乙二醇精馏塔塔底泵9-7部分进入乙二醇精馏塔再沸器9-1加热后返回乙二醇精馏塔系统9,部分作为回收催化剂连续进入到配料罐1;乙二醇精馏塔系统9塔顶温度为150°C,塔顶压力为0.02MPa;塔底温度为178°C,回流比为1.5。

[0079] 本实施例1中碳酸二甲酯收率大于95%。

[0080] 实施例2

[0081] 基于所述高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的装置的碳酸二甲酯生产方法,包括如下步骤:

[0082] 所述步骤(1)原料工业级碳酸乙烯酯(质量含量大于99.5%)176kg/h、催化剂0.27kg/h进入到配料罐1内,同时在搅拌的作用下将碳酸乙烯酯、催化剂混合均匀;混合液在热媒的加热下达到反应温度,通过第一动力流体泵1-2进入到第一高速喷流撞击管式反应器2;所述配料罐1内温度为75°C,压力为常压,催化剂用量为碳酸乙烯酯质量的0.15%,物料的停留时间为0.5h;

[0083] 所述步骤(2)来自配料罐1的混合液连续进入到第一高速喷流撞击管式反应器2;配料罐1的混合液通过第一动力流体泵1-2泵入两个相向的第一拉瓦尔喷管2-1,同时吸入甲醇(质量含量大于99.5%)蒸汽,两股从第一拉瓦尔管2-1喷出的高速喷流,在高速喷流撞击腔中相互撞击,然后进入第一管式反应器2-4进行酯交换反应,酯交换液连续进入到汽液分离罐3;所述第一高速喷流撞击管式反应器2内温度为85°C,压力为0.25MPa,第一管式反应器2-4长径比为1000,碳酸乙烯酯:甲醇为1:4(摩尔比),甲醇256kg/h;

[0084] 所述步骤(3)来自第一高速喷流撞击管式反应器2酯交换液连续进入到汽液分离罐3,汽液分离罐3将甲醇蒸汽、反应生成的碳酸二甲酯蒸汽与酯交换液分离,分离出的气体进入到轻组分分离塔系统6;分离出轻组分的酯交换液通过第二动力流体泵3-3进入到第二

高速喷流撞击管式反应器4;所述汽液分离罐3内温度为75°C,压力为常压,物料的停留时间为0.5h;

[0085] 所述步骤(4)来自汽液分离罐3分离出轻组分的酯交换液连续进入到第二高速喷流撞击管式反应器4;汽液分离罐3里分离气体后的酯交换液通过第二动力流体泵3-3泵入两个相向的第二拉瓦尔喷管4-1,同时吸入甲醇蒸汽,两股从第二拉瓦尔管4-1喷出的高速喷流,在高速喷流撞击腔中相互撞击,然后进入第二管式反应器4-4进行酯交换反应,从第二高速喷流撞击管式反应器4出来的酯交换液连续进入到熟化罐5;所述第二高速喷流撞击管式反应器4内温度为85°C,压力为0.25MPa,第二管式反应器4-4长径比为1000,碳酸乙烯酯:甲醇为1:4(摩尔比),甲醇256kg/h;

[0086] 所述步骤(5)来自第二高速喷流撞击管式反应器4的酯交换液连续进入到熟化罐5,在熟化罐5里继续进行补充酯交换反应;从熟化罐5里溢流出来的熟化液进入到轻组分分离塔系统6塔釜;所述熟化罐5内温度为85°C,压力为0.25MPa,物料的停留时间为1.5h;

[0087] 所述步骤(6)来自汽液分离罐3、熟化罐5的物料连续进入到轻组分分离塔系统6,轻组分分离塔系统6分离出的轻组分气体经轻组分冷凝器6-3冷凝进入轻组分接收罐6-4,部分作为轻组分分离塔系统6的回流,部分进入到甲醇精馏塔系统7;轻组分分离塔系统6的塔釜液通过分离塔塔底泵连续进入到乙二醇精馏塔系统9;轻组分分离塔系统6塔釜温度为78°C,塔顶温度为66°C,回流比为4,压力为常压;

[0088] 所述步骤(7)来自轻组分分离塔系统6的共沸液连续进入到甲醇精馏塔系统7,甲醇精馏塔系统7塔顶分离出的共沸物蒸汽经甲醇精馏塔冷凝器7-3冷凝进入到甲醇精馏塔共沸液接收罐7-4,部分作为甲醇精馏塔系统7的回流,部分进入到碳酸二甲酯精馏塔系统8;甲醇精馏塔系统7塔釜液经甲醇精馏塔塔底泵7-7进入到甲醇汽化器,汽化的甲醇继续用于酯交换反应;甲醇精馏塔系统7塔底温度为70°C,塔底压力为0.13MPa;塔顶温度为64°C,塔顶压力为常压,回流比为2;

[0089] 所述步骤(8)来自甲醇精馏塔系统7的共沸液连续进入到碳酸二甲酯精馏塔系统8,碳酸二甲酯精馏塔系统8塔顶分离出的共沸物蒸汽经碳酸二甲酯精馏塔冷凝器8-3冷凝进入到碳酸二甲酯精馏塔共沸液接收罐8-4,部分作为碳酸二甲酯精馏塔系统8的回流,部分作为进料返回到甲醇精馏塔系统7;碳酸二甲酯精馏塔系统8塔釜液经碳酸二甲酯精馏塔塔底泵8-7进入到碳酸二甲酯储罐8-6;碳酸二甲酯精馏塔系统8塔底温度为183°C,塔底压力为1.33MPa;塔顶温度为147°C,塔顶压力为1.30MPa,回流比为1.2;碳酸二甲酯采出171.5kg/h;

[0090] 所述步骤(9)来自轻组分分离塔系统6的塔釜液连续进入到乙二醇精馏塔系统9,乙二醇精馏塔系统9塔顶分离出的乙二醇蒸汽经乙二醇精馏塔冷凝器9-3冷凝进入到乙二醇接收罐9-4,部分作为乙二醇精馏塔系统9的回流,部分进料进入到乙二醇储罐9-6;乙二醇精馏塔系统9的塔釜液经乙二醇精馏塔塔底泵9-7部分进入乙二醇精馏塔再沸器9-1加热后返回乙二醇精馏塔系统9,部分作为回收催化剂连续进入到配料罐1;乙二醇精馏塔系统9塔顶温度为150°C,塔顶压力为0.02MPa;塔底温度为178°C,回流比为1.5。

[0091] 本实施例中碳酸二甲酯收率大于95%。

[0092] 本发明的高速喷流撞击管式反应器制备碳酸二甲酯的生产方法;碳酸二甲酯质量高于HG/T 5391-2018工业级碳酸二甲酯的标准。

[0093] 以上技术方案阐述了本发明的技术思路,不能以此限定本发明的保护范围,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上技术方案所作的任何改动及修饰,均属于本发明技术方案的保护范围。

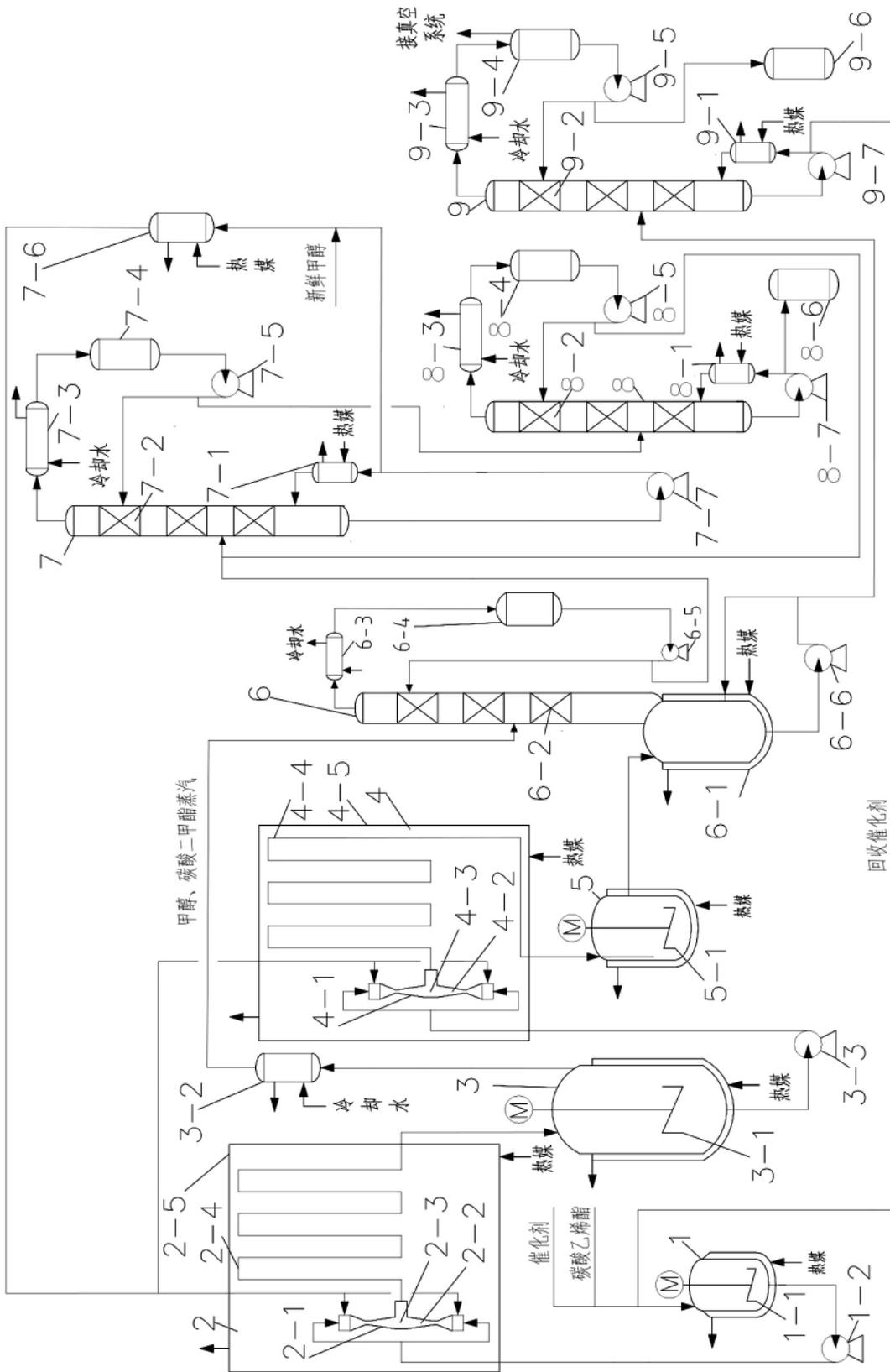


图1