



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104607131 B

(45)授权公告日 2017.12.12

(21)申请号 201310542394.9

B01J 8/10(2006.01)

(22)申请日 2013.11.05

B01J 10/00(2006.01)

B01J 14/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104607131 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2015.05.13

CN 202133246 U,2012.02.01,

CN 202133246 U,2012.02.01,

(73)专利权人 北京化工大学

CN 202964905 U,2013.06.05,

CN 201760279 U,2011.03.16,

地址 100029 北京市朝阳区北三环东路15号

JP 2012214729 A,2012.11.08,

(72)发明人 陈建峰 桑乐 初广文 罗勇 邹海魁

审查员 杨鹏远

(74)专利代理机构 北京正理专利代理有限公司 11257

代理人 张文祎

(51)Int.Cl.

B01J 19/20(2006.01)

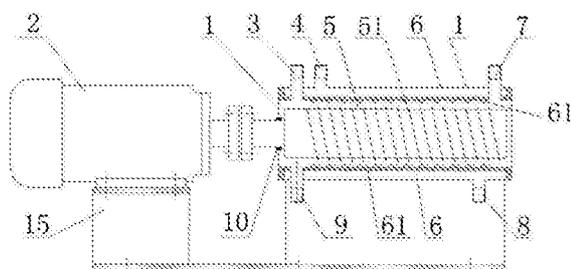
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种连续流旋转轴反应器及其应用

(57)摘要

本发明公开了一种连续流旋转轴反应器,包括动力装置和反应器体;所述反应器体包括壳体、夹套和旋转轴,所述壳体内设夹套,该夹套包围旋转轴,该旋转轴和夹套之间的空腔为反应空间;所述壳体上设有通向反应空间的至少两个物料进口和至少一个产物出口;所述壳体上还设有通向夹套的至少一个热介质进口和至少一个热介质出口;所述旋转轴与动力装置的输出轴连接。本发明能够实现温度控制精确、物料充分混合和搅拌;有着混合均匀、产品纯度高、产量大、通用性强、结构和操作简单等优点,特别适用于比重大、粘度大、易沉淀、停留时间长的物料的多相流(气液、液液、气液固)反应体系。



1. 一种连续流旋转轴反应器,包括动力装置和反应器体,其特征在于:

所述反应器体包括壳体、夹套和旋转轴,所述壳体内设夹套,该夹套包围旋转轴,该旋转轴和夹套之间的空腔为反应空间;

所述壳体上设有通向反应空间的至少两个物料进口和至少一个产物出口;所述壳体上还设有通向夹套的至少一个热介质进口和至少一个热介质出口;

所述旋转轴与动力装置的输出轴连接;

所述壳体上靠近动力装置的一端上下对称分别设有一个物料进口,远离动力装置的一端上部设有一个产物出口;

所述旋转轴轴表面设有导流螺纹,所述夹套内侧壁上设有静止导流螺纹;

所述导流螺纹和静止导流螺纹的横截面倾斜角范围为 $1-15^{\circ}$ 。

2. 根据权利要求1所述的连续流旋转轴反应器,其特征在于:所述旋转轴为卧式安装。

3. 根据权利要求1所述的连续流旋转轴反应器,其特征在于:所述旋转轴轴表面光滑。

4. 根据权利要求3所述的连续流旋转轴反应器,其特征在于:所述旋转轴的长度与横截面半径比L:D范围为 $5:1\sim 40:1$ 。

5. 根据权利要求4所述的连续流旋转轴反应器,其特征在于:所述旋转轴的长度与横截面半径比L:D范围为 $5:1\sim 20:1$ 。

6. 根据权利要求1所述的连续流旋转轴反应器,其特征在于:所述旋转轴和壳体之间设有密封。

7. 根据权利要求1所述的连续流旋转轴反应器,其特征在于:所述产物出口连接分离提纯设备;所述分离提纯设备是离心机或干燥器。

8. 一种连续流旋转轴反应器在多相流反应过程中的应用,其特征在于,包括如下步骤:

1) 将第一液体原料输送到连续流旋转轴反应器,自壳体上部的第一物料进口进入,输送到反应空间内;

2) 往夹套内输送热介质对连续流旋转轴反应器进行加温;

3) 将第二原料输送到连续流旋转轴反应器,自壳体下部的第二物料进口进入,输送到反应空间内;

4) 开动连续流旋转轴反应器,第一液体原料和第二原料在反应器内充分反应混合均匀;最终物料自产物出口排出。

9. 根据权利要求8所述的应用,其特征在于:第二原料为气体、液体或固体中一种或两种。

10. 根据权利要求8所述的应用,其特征在于:所述旋转轴转速为 $10\sim 2000\text{rpm}$ ,热介质温度为 $-50\sim 500^{\circ}\text{C}$ 。

11. 根据权利要求8所述的应用,其特征在于:所述旋转轴转速 $20\sim 1200\text{rpm}$ ,热介质温度优选 $-40\sim 350^{\circ}\text{C}$ 。

## 一种连续流旋转轴反应器及其应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种连续流旋转轴反应器及其应用,尤其是涉及一种能够精确控温和充分混合及搅拌的旋转轴反应器及其在多相流反应(气液、液液、气液固)体系中的应用。特别适合于比重大、粘度大、易沉淀、需要较长停留时间的多相流反应,属于超重力技术领域。

### 背景技术

[0002] 超重力技术是在比地球重力加速度( $9.8\text{m/s}^2$ )大得多的环境下产生的一种高新科技技术。旋转填充床(即超重力机,RPB)是实现超重力技术的核心设备,也是新型的强化相间传质和多相混合的设备。早在1983年,英国帝国化工工业公司将旋转填充床成功的应用在精馏操作上。经过了30年的发展,超重力技术已经扩展到诸多领域,并且其在国内外的研究进展迅速,已成功应用到油田注水脱氧、锅炉水脱氧、纳米粉体制备、烟气脱硫、生物氧化反应和除尘等过程。

[0003] 超重力设备中物料的气液、液液或气固传质是在几十倍于重力的超重力场中进行的,其物料微元在超重力场下,被撕裂成微米或纳米级,大大强化传质和混合过程,使其传质能力至少为釜式反应器的三倍,混合能力至少为釜式反应器的七倍。

[0004] 在现代化工生产中,混合在化工产品的加工过程中有重要作用,混合设备也是层出不穷,但是通常可以归为两大类:1、由运动的机械部件完成混合,比如机械搅拌釜、转子搅拌;2、由固定机械部件完成的混合,比如静态混合器、喷射、鼓泡床、塔盘。其中搅拌釜式反应器仍然是化工厂应用最普遍和方便的混合设备,搅拌釜式反应器适用于各种物性(如粘度、密度)和各种操作条件(如温度、压力)的反应过程。工业上应用的搅拌釜式反应器有成百上千种。搅拌器型号和尺寸、转速和操作方法的选择依赖于每种操作将产生的结果。比如某些操作最好选用大直径、低速的搅拌器;而另一个操作却要运行小直径、快桨才行,这样造成生产不同产品时需要更换不同型号的搅拌器,导致操作繁琐,通用性差。在某些食品或医药的加工过程中,常常需要在母液中加入一些添加物料,然后进行搅拌加热,在整个工艺过程中,加料、搅拌和温度都有严格的控制参数,现有设备存在造价高,控制复杂等问题,不适合小型加工企业使用,特别是操作场所受限的企业使用。此外,在产物降温过程中组成也会发生变化,这样可能会对产品的纯度、颗粒大小和分布等造成影响。多数搅拌釜不能将比重大、粘度大、易沉淀的物料搅拌均匀,不能使物料充分混合反应,从而达不到生产要求。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的第一个技术问题是提供一种连续流旋转轴反应器。该反应器能将比重大、粘度大、易沉淀的物料搅拌均匀,能使物料充分混合反应,从而达到生产要求。

[0006] 本发明要解决的第二个技术问题是提供一种上述连续流旋转轴反应器在多相流反应过程中的应用。

[0007] 为解决上述第一个技术问题,本发明一种连续流旋转轴反应器,包括动力装置和

反应器体；

[0008] 所述反应器体包括壳体、夹套和旋转轴，所述壳体内设夹套，该夹套包围旋转轴，该旋转轴和夹套之间的空腔为反应空间；

[0009] 所述壳体上设有通向反应空间的至少两个物料进口和至少一个产物出口；所述壳体上还设有通向夹套的至少一个热介质进口和至少一个热介质出口；

[0010] 所述旋转轴与动力装置的输出轴连接。

[0011] 优选地，所述旋转轴为卧式安装。

[0012] 优选地，所述旋转轴轴表面光滑。

[0013] 优选地，所述旋转轴轴表面设有导流螺纹，所述夹套内侧壁上设有静止导流螺纹；有助于物料之间的反应混合均匀，也方便控制物料在反应空间内的时间等。

[0014] 优选地，所述旋转轴的长度与横截面半径比L:D范围为5:1~40:1，优选范围为5:1~20:1。

[0015] 优选地，所述旋转轴和壳体之间设有密封，防止物料的泄露。

[0016] 优选地，所述螺纹的横截面倾斜角范围为1-30°；更优选地，所述螺纹的横截面倾斜角范围为1-15°，有助于物料之间的反应混合均匀。

[0017] 优选地，所述壳体上靠近动力装置的一端上下对称分别设有一个物料进口，远离动力装置的一端上部设有一个产物出口。

[0018] 优选地，所述产物出口连接分离提纯设备；所述分离提纯设备是离心机或干燥器。

[0019] 为解决上述第二个技术问题，本发明一种连续流旋转轴反应器在多相流反应过程中的应用，包括如下步骤：

[0020] 1) 将第一液体原料输送到连续流旋转轴反应器，自壳体上部的第一物料进口进入，输送到反应空间内；

[0021] 2) 往夹套内输送热介质对连续流旋转轴反应器进行加温；

[0022] 3) 将第二原料输送到连续流旋转轴反应器，自壳体下部的第二物料进口进入，输送到反应空间内；

[0023] 4) 开动连续流旋转轴反应器，第一液体原料和第二原料在反应器内充分反应混合均匀；最终物料自产物出口排出。

[0024] 优选地，第二原料包括气体、液体或固体中一种或两种。

[0025] 优选地，所述旋转轴转速为10~2000rpm，热介质温度为-50~500℃；更优选地，所述旋转轴转速20~1200rpm，热介质温度优选-40~350℃。

[0026] 本发明具有如下有益效果：

[0027] 本发明提供了一种旋转轴反应器装置，通过设置夹套，并在轴强大离心力的作用下，能够实现温度控制精确、物料充分混合和搅拌，有着混合均匀、产品纯度高产量大、通用性强、结构和操作简单等优点，特别适用于比重大、粘度大、易沉淀、停留时间长的物料的多相流(气液、液液、气液固)反应体系。

## 附图说明

[0028] 图1是本发明的旋转轴反应器装置结构示意图；

[0029] 图2是本发明的旋转轴反应器用于多相流反应流程示意图；

[0030] 其中：

[0031] 1-壳体,2-动力装置,3-第一物料进口,4-热介质出口,5-旋转轴,

[0032] 51-导流螺纹,6-夹套,61-静止导流螺纹,7-产物出口,8-热介质进口,

[0033] 9-第二物料进口,10-密封,11-泵,12-原料罐,13-气液分离器,

[0034] 14-储罐,15-支座。

### 具体实施方式

[0035] 下面结合附图和实施例对本发明的实施方案做进一步说明。但本发明不限于所列出的实施例。

[0036] 实施例1

[0037] 一种连续流旋转轴反应器,包括动力装置2和反应器体;

[0038] 动力装置2为电机;

[0039] 所述反应器体包括壳体1、夹套6和旋转轴5,所述壳体1内设夹套6,该夹套6包围旋转轴5,该旋转轴5和夹套6之间的空腔为反应空间50;

[0040] 所述壳体1上靠近动力装置2的一端上部设有第一物料进口3,对称的下部设有第二物料进口9,壳体1远离动力装置2的一端上部设有一个产物出口7;

[0041] 所述旋转轴5与动力装置2的输出轴连接;所述旋转轴5为卧式安装;且所述反应器和动力装置均设置在支座15上;

[0042] 所述旋转轴5轴表面光滑;

[0043] 所述旋转轴5和壳体1之间设有密封10,防止物料的泄露;

[0044] 所述旋转轴的长度与横截面半径比L:D范围为5:1~40:1,优选范围为5:1~20:1;

[0045] 所述壳体1上部的第一物料进口3输入液体原料,壳体下部的第二物料进口9输入气体、液体或固体中一种或两种;

[0046] 所述产物出口7连接离心机或干燥器;

[0047] 参见图1所示,进一步改进的实施例,所述旋转轴5轴表面设有导流螺纹51,所述夹套内侧壁上设有静止导流螺纹61;有助于物料之间的反应混合均匀,也方便控制物料在反应空间内的时间等;所述螺纹的横截面倾斜角范围为 $1-30^{\circ}$ (也即螺纹中心线与旋转轴纵轴之间的夹角);更进一步改进的实施例,所述螺纹的横截面倾斜角范围为 $1-15^{\circ}$ ,这有助于物料之间的反应混合均匀。

[0048] 实施例2

[0049] 参见图2所示,本发明一种连续流旋转轴反应器在多相流反应过程中的应用,以气液反应LiOH与CO<sub>2</sub>反应生产Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>为例:

[0050] 实验所用转轴长度与横截面半径比为10:1,腔体容积为50L的旋转轴反应器,将LiOH溶液置于原料罐12,通过泵11的作用,溶液将以20L/h泵入容积为50L的旋转轴反应器腔体内,调节PH值为9,同时以25L/h的流量将CO<sub>2</sub>气体通入旋转轴反应器腔体内,调节旋转轴速度为500rpm。气液在转轴导流螺纹的作用下充分接触,将混合沉淀液通入离心机进行脱水洗涤,再通入干燥罐调节温度160℃干燥2h,最终得到Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的纯度为99.00%。

[0051] 实施例3

[0052] 参见图2所示,本发明一种连续流旋转轴反应器在多相流反应过程中的应用,以气

液反应LiOH与CO<sub>2</sub>反应生产Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>为例

[0053] 实验所用转轴长度与横截面半径比为10:1,腔体容积为50L的旋转轴反应器,将LiOH溶液置于原料罐,通过泵的作用,溶液将以12L/h泵入容积为50L的旋转轴反应器腔体内,调节PH值为10,同时以15L/h的流量将CO<sub>2</sub>气体通入旋转轴反应器腔体内,调节转轴速度为400rpm。气液在转轴导流螺纹的作用下充分接触,将混合沉淀液通入离心机进行脱水洗涤,再通入干燥罐调节温度160℃干燥2h,最终得到Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的纯度为99.20%。

[0054] 实施例4

[0055] 参见图2所示,本发明一种连续流旋转轴反应器在多相流反应过程中的应用,以液液反应LiCl与Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>反应生成Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>为例。

[0056] 实验所用转轴长度与横截面半径比为10:1,腔体容积为50L的旋转轴反应器,将LiCl溶液置于原料罐,将LiCl以20L/h泵入50L旋转轴反应器腔体内,同时以20L/h泵入浓度为5mol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,调节PH值为9.5,调节转速650rpm进行反应,将混合沉淀液通入过滤器,最终得到Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的纯度为98.5%。

[0057] 实施例5

[0058] 参见图2所示,本发明一种连续流旋转轴反应器在多相流反应过程中的应用,以液固反应LiOH与NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>生成Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>为例。

[0059] 实验所用转轴长度与横截面半径比为10:1,腔体容积为50L的旋转轴反应器,将LiOH溶液置于原料罐,将20L LiOH溶液泵入50L旋转轴反应器腔体内,由泵泵入60℃水到夹套内,再将10Kg NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>加入到转轴内,调节转速700rpm,将混合沉淀液通入干燥罐,调节温度150℃干燥2h,所得的Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>纯度为99.10%。

[0060] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无法对所有的实施方式予以穷举。凡是属于本发明的技术方案所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

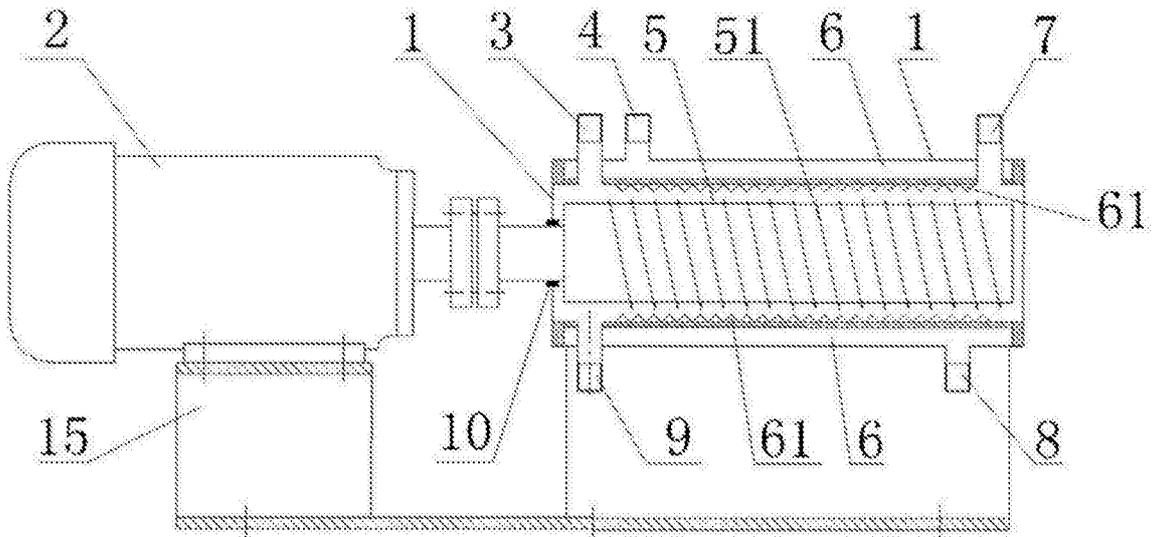


图1

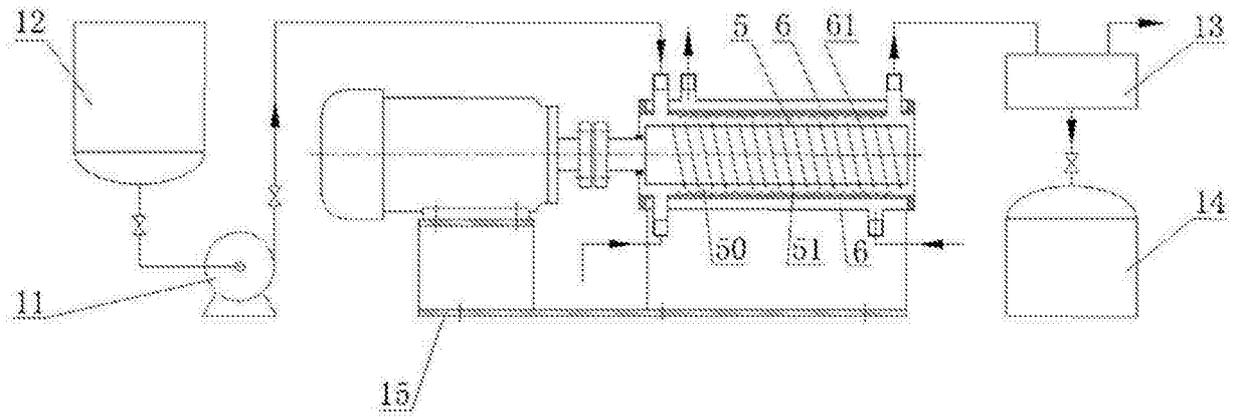


图2