



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103992824 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 07

(21) 申请号 201410230857. 2

C10J 3/54(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 05. 28

审查员 林中君

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 邱朋华 徐健健 刘栗 李丹丹
刘欢鹏 吴少华

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 牟永林

(51) Int. Cl.

C10J 3/66(2006. 01)

C10J 3/84(2006. 01)

C10J 3/56(2006. 01)

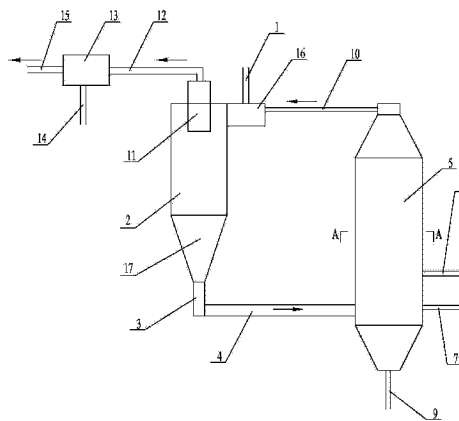
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

双旋风煤热解气化分级转化装置及方法

(57) 摘要

双旋风煤热解气化分级转化装置及方法, 它涉及一种燃烧装置及方法, 装置: 旋风热解炉通过返料装置、热解半焦通道与旋风气化炉连通, 旋风气化炉通过高温粗煤气通道与旋风热解炉连通, 旋风热解炉通过热解混气通道与冷却装置连通, 旋风气化炉外壁安装有氧化剂喷嘴和水蒸气喷嘴。方法: 一、煤粉在高温粗煤气的吹送下进入旋风热解炉; 二、煤粉在旋风热解炉内发生热解, 热解出的混合气排至冷却装置中冷却, 热解出的半焦被输送回旋风气化炉; 三、氧化剂喷嘴和水蒸气喷嘴同时向旋风气化炉内喷射氧化剂和水蒸气, 产生的高温粗煤气作为煤热解的气体热载体再次送入旋风热解炉中, 旋风气化炉中的煤渣以固态或液态形式经灰渣排出口排出。本发明用于洁净煤气化。



1. 一种双旋风煤热解气化分级转化装置,所述装置包括旋风热解炉(2)、旋风热解炉排气管(11)和进煤接管(16),进煤接管(16)安装在旋风热解炉(2)的上端,旋风热解炉排气管(11)安装在旋风热解炉(2)的顶部,进煤接管(16)上设有给煤入口(1),其特征在于:所述装置还包括返料装置(3)、热解半焦通道(4)、旋风气化炉(5)、高温粗煤气通道(10)、热解混气通道(12)、冷却装置(13)、粗合成气接管(15)、料腿(17)、数个氧化剂喷嘴(7)和数个水蒸气喷嘴(8),旋风热解炉(2)的下端通过料腿(17)与返料装置(3)连通,热解半焦通道(4)的一端与返料装置(3)连通,热解半焦通道(4)的另一端与旋风气化炉(5)的下部连通,高温粗煤气通道(10)的一端与进煤接管(16)连通,高温粗煤气通道(10)的另一端与旋风气化炉(5)的上端连通,热解混气通道(12)的一端与旋风热解炉排气管(11)的上端连通,热解混气通道(12)的另一端与冷却装置(13)连通,粗合成气接管(15)安装在冷却装置(13)上,冷却装置(13)的底端设有焦油出口(14),旋风气化炉(5)的底部设有灰渣排出口(9),数个氧化剂喷嘴(7)沿旋风气化炉(5)的外壁均布设置,数个氧化剂喷嘴(7)设置在同一高度上,每个氧化剂喷嘴(7)的轴线与旋风气化炉(5)的直径之间的锐角(α)为 $25^{\circ} \sim 50^{\circ}$,数个氧化剂喷嘴(7)的射流延长线均与内接圆(K)相切,数个水蒸气喷嘴(8)沿旋风气化炉(5)的外壁均布设置,数个水蒸气喷嘴(8)设置在同一高度上,每个水蒸气喷嘴(8)的轴线与旋风气化炉(5)的直径之间的锐角(α)为 $25^{\circ} \sim 50^{\circ}$,数个水蒸气喷嘴(8)的射流延长线均与内接圆(K)相切。

2. 根据权利要求1所述双旋风煤热解气化分级转化装置,其特征在于:所述旋风气化炉(5)采用立式旋风气化炉或卧式旋风气化炉。

3. 根据权利要求1或2所述双旋风煤热解气化分级转化装置,其特征在于:所述料腿(17)为圆锥形,圆锥形的上端直径大于下端直径,料腿(17)的高度为 $1\text{m} \sim 2\text{m}$ 。

4. 一种利用权利要求1所述双旋风煤热解气化分级转化装置实现双旋风煤热解气化分级转化的方法,其特征在于:所述方法是通过以下步骤实现的:

步骤一、煤粉由给煤入口(1)进入进煤接管(16)中,煤粉在高温粗煤气的吹送下进入旋风热解炉(2),旋风热解炉(2)内的压力为 $0.1\text{Mpa} \sim 4\text{Mpa}$,旋风热解炉(2)的运行温度为 $600^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$;

步骤二、煤粉在旋风热解炉(2)内发生热解,热解出的混合气由旋风热解炉排气管(11)排至冷却装置(13)中冷却,冷却后分离其中焦油成为中高热值的粗合成气并由粗合成气接管(15)排出;热解出的半焦通过返料装置(3)被输送回旋风气化炉(5),旋风气化炉(5)内的压力为 $0.1\text{Mpa} \sim 4\text{Mpa}$,旋风气化炉(5)的运行温度为 $1000^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$;

步骤三、氧化剂喷嘴(7)和水蒸气喷嘴(8)同时向旋风气化炉(5)内喷射氧化剂和水蒸气,水蒸气温度为 $100^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,半焦在氧化剂喷嘴(7)和水蒸气喷嘴(8)共同作用下发生气化反应,产生的高温粗煤气作为煤热解的气体热载体再次送入旋风热解炉(2)中,旋风气化炉(5)中的煤渣以固态或液态形式经灰渣排出口(9)排出。

5. 根据权利要求4所述双旋风煤热解气化分级转化的方法,其特征在于:所述步骤一中的煤粉的粒径为 $0.01\text{mm} \sim 1\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求4或5所述双旋风煤热解气化分级转化的方法,其特征在于:所述步骤一中旋风热解炉(2)内的压力为 1Mpa ,旋风热解炉(2)的运行温度 700°C 。

7. 根据权利要求4所述双旋风煤热解气化分级转化的方法,其特征在于:所述步骤二

中旋风气化炉 (5) 内的压力为 1Mpa, 旋风气化炉 (5) 的运行温度为 1200 ℃。

8. 根据权利要求 4 或 7 所述双旋风煤热解气化分级转化的方法, 其特征在于: 所述步骤二中冷却装置 (13) 可以用低温水作为冷却剂, 吸热后用来产生气化炉所需水蒸气。

9. 根据权利要求 4 所述双旋风煤热解气化分级转化的方法, 其特征在于: 所述步骤二中返料装置 (3) 使用氮气、二氧化碳或水蒸气作为流化风。

10. 根据权利要求 4 所述双旋风煤热解气化分级转化的方法, 其特征在于: 所述步骤三中氧化剂为空气、富氧空气或氧气体积浓度 70%~100% 的纯氧。

双旋风煤热解气化分级转化装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃烧装置及方法,具体涉及一种双旋风煤热解气化分级转化装置及方法。

背景技术

[0002] 气流床气化技术因具有处理量大、碳转化率高、冷煤气效率高等优点已成为现代煤气化技术的主要发展方向。炉内的高温、高压、混合好的特点决定了它有在单位时间、单位体积内提高生产能力的最大潜能,符合化工装置大型化的发展趋势。然而该技术也面临一些重要问题:

[0003] (1)、大型化是煤气化技术发展的首要问题。由于受制造、运输、安装等客观因素的限制,必须在有限的设备尺寸上,通过提高单位时间、单位体积的处理能力和处理效率实现大规模高效产业化,其途径一般为提高气化温度、增加压力、强化混合。然而气化炉由于高压又会带来的昂贵的设备费用以及操作、安全等问题。

[0004] (2)、实现能量的高效转化与合理回收是煤气化过程需要解决的迫切问题,即合理回收煤气高温显热。现今回收煤气显热的技术有两种,即激冷工艺和废热锅炉工艺,激冷工艺设备简单,投资省,但能量回收效率低。废热锅炉回收热量效率高,但设备庞大,投资巨大,工作可靠性不稳定,因此开发新的热量回收技术势在必行。

[0005] (3)、由于不同的气流床气化技术拥有各自的结构及工艺特点,煤粉旋风气化技术利用旋风流场旋流强度高,湍流混合强烈的特点,强化了炉内传热传质过程,延长了煤粉在炉内的停留时间,提高了炉内的热强度,从而优化了气化性能。2004年吕清刚、那永洁等人公布了一种固体燃料气化反应装置。该装置旨在利用旋风炉内的强烈的气固掺混条件,强化气化反应,提高气化效率。2013年哈尔滨工业大学邱朋华等人公布了一种煤粉旋风气流床气化装置,旨在解决传统气化炉喷嘴容易过烧,干煤粉在炉内的停留时间短,煤粉颗粒气化的碳转化率低等问题。

[0006] (4)、根据煤中不同组分在不同转化阶段的反应性差异的特点,进行煤热解、气化的分级转化,即先采用煤热解工艺,先将煤中容易热解的高活性部分在热解炉中转化为焦油和煤气,然后将热解过程所产生的活性较低的半焦用于气化,可以在煤气化过程中减少投资,降低成本,也有可能实现更高效的能源利用。中国科学院工程热物理研究公开了一种热解气化联合方法,使燃料在低速床热解炉中热解,产生的半焦送入循环流化床气化炉中气化,并用固体热载体为燃料热解提供热量。浙江大学公开了一种循环流化床煤分级转化煤气焦油半焦多联产装置及方法,该方法用双循环流化床作为煤分级转化装置,分别为循环流化床气化炉和流化床干馏炉,干馏炉吸热由循环流化床气化炉的高温热循环物料来提供。以上方法均采用固体循环物料提供热解所需热量。

[0007] (5)、在各种煤热解工艺中,气体热载体煤热解工艺因其热解效率高,单元装置小,设备投资费用低,反应条件温和,反应时间短,对煤种无特殊要求特点而得到越来越多的重视。浙江大学公开了一种气体热载体煤热解制取焦油煤气半焦的方法,该方法以高温烟气

为热载体,在流化床热解炉中对煤进行热解,析出挥发分,挥发分经冷凝分离得到焦油和粗热解煤气,而热解得到的半焦,一部分送到循环流化床进行燃烧,产生高温烟气作为热载体提高了煤的热解效率。

发明内容

[0008] 本发明为解决现有气化炉不能合理回收利用气流床气化炉所产生煤气的高温显热的问题,而提出了一种双旋风煤热解气化分级转化装置及方法。

[0009] 本发明的双旋风煤热解气化分级转化装置包括旋风热解炉、返料装置、热解半焦通道、旋风气化炉、高温粗煤气通道、旋风热解炉排气管、热解混气通道、冷却装置、粗合成气接管、进煤接管、料腿、数个氧化剂喷嘴和数个水蒸气喷嘴,进煤接管安装在旋风热解炉的上端,旋风热解炉排气管安装在旋风热解炉的顶部,进煤接管上设有给煤入口,旋风热解炉的下端通过料腿与返料装置连通,热解半焦通道的一端与返料装置连通,热解半焦通道的另一端与旋风气化炉的下部连通,高温粗煤气通道的一端与进煤接管连通,高温粗煤气通道的另一端与旋风气化炉的上端连通,热解混气通道的一端与旋风热解炉排气管的上端连通,热解混气通道的另一端与冷却装置连通,粗合成气接管安装在冷却装置上,冷却装置的底端设有焦油出口,旋风气化炉的底部设有灰渣排出口,数个氧化剂喷嘴沿旋风气化炉的外壁均布设置,数个氧化剂喷嘴设置在同一高度上,每个氧化剂喷嘴的轴线与旋风气化炉的直径之间的锐角为 $25^{\circ} \sim 50^{\circ}$,数个氧化剂喷嘴的射流延长线均与内接圆相切,数个水蒸气喷嘴沿旋风气化炉的外壁均布设置,数个水蒸气喷嘴设置在同一高度上,每个水蒸气喷嘴的轴线与旋风气化炉的直径之间的锐角为 $25^{\circ} \sim 50^{\circ}$,数个水蒸气喷嘴的射流延长线均与内接圆相切。

[0010] 方法:双旋风煤热解气化分级转化的方法是通过以下步骤实现的:

[0011] 步骤一、煤粉由给煤入口进入进煤接管中,煤粉在高温粗煤气的吹送下进入旋风热解炉,旋风热解炉内的压力为 $0.1\text{Mpa} \sim 4\text{Mpa}$,旋风热解炉的运行温度为 $600^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$;

[0012] 步骤二、煤粉在旋风热解炉内发生热解,热解出的混合气由旋风热解炉排气管排至冷却装置中冷却,冷却后分离其中焦油成为中高热值的粗合成气并由粗合成气接管排出;热解出的半焦通过返料装置被输送回旋风气化炉,旋风气化炉内的压力为 $0.1\text{Mpa} \sim 4\text{Mpa}$,旋风气化炉的运行温度为 $1000^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$;

[0013] 步骤三、氧化剂喷嘴和水蒸气喷嘴同时向旋风气化炉内喷射氧化剂和水蒸气,水蒸气温度为 $100^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,半焦在氧化剂喷嘴和水蒸气喷嘴共同作用下发生气化反应,产生的高温粗煤气作为煤热解的气体热载体再次送入旋风热解炉中,旋风气化炉中的煤渣以固态或液态形式经灰渣排出口排出。

[0014] 本发明与现有方法相比具有以下有益效果:

[0015] 一、热解炉和气化炉均采用了旋风炉的形式,在热解炉内强化了气固掺混,保证热解的充分,析出更多挥发分和焦油,在气化炉内强化了气化反应,提高了碳转化率和气化效率,提高了能源的利用率。

[0016] 二、本发明通过高温粗煤气对煤的加热、干燥、热解,降低了粗煤气的温度,合理回收利用了旋风气化炉所产生煤气的高温显热,以高温粗煤气为气体热载体提供煤热解所需热量,有效降低粗煤气温度 $400^{\circ}\text{C} - 700^{\circ}\text{C}$ 。同时用双旋风炉加强了气化和热解反应,实现了

高效的煤热解气化分级转化。

[0017] 三、根据煤中不同组分反应性差异,利用气体热载体热解效率高,反应条件温和,反应时间短,对煤种适应性强的特点,实现煤的热解、气化分级转化,在较低温度下析出活性较好的挥发分,在较高温度下气化反应性差的热解半焦。提高了能量转换效率,也降低了投资成本。

附图说明

[0018] 图1是本发明的双旋风煤热解气化分级转化装置整体结构示意图(其中旋风气化炉为立式旋风气化炉);

[0019] 图2是本发明的双旋风煤热解气化分级转化装置整体结构示意图(其中旋风气化炉为卧式旋风气化炉);

[0020] 图3是图1或图2的A-A剖视图。

具体实施方式

[0021] 具体实施方式一:结合图1和图2说明本实施方式,本实施方式包括旋风热解炉2、返料装置3、热解半焦通道4、旋风气化炉5、高温粗煤气通道10、旋风热解炉排气管11、热解混气通道12、冷却装置13、粗合成气接管15、进煤接管16、料腿17、数个氧化剂喷嘴7和数个水蒸气喷嘴8,进煤接管16安装在旋风热解炉2的上端,旋风热解炉排气管11安装在旋风热解炉2的顶部,进煤接管16上设有给煤入口1,旋风热解炉2的下端通过料腿17与返料装置3连通,热解半焦通道4的一端与返料装置3连通,热解半焦通道4的另一端与旋风气化炉5的下部连通,高温粗煤气通道10的一端与进煤接管16连通,高温粗煤气通道10的另一端与旋风气化炉5的上端连通,热解混气通道12的一端与旋风热解炉排气管11的上端连通,热解混气通道12的另一端与冷却装置13连通,粗合成气接管15安装在冷却装置13上,冷却装置13的底端设有焦油出口14,旋风气化炉5的底部设有灰渣排出口9,数个氧化剂喷嘴7沿旋风气化炉5的外壁均布设置,数个氧化剂喷嘴7设置在同一高度上,每个氧化剂喷嘴7的轴线与旋风气化炉5的直径之间的锐角(α)为 $25^{\circ} \sim 50^{\circ}$,数个氧化剂喷嘴7的射流延长线均与内接圆K相切,数个水蒸气喷嘴8沿旋风气化炉5的外壁均布设置,数个水蒸气喷嘴8设置在同一高度上,每个水蒸气喷嘴8的轴线与旋风气化炉5的直径之间的锐角(α)为 $25^{\circ} \sim 50^{\circ}$,数个水蒸气喷嘴8的射流延长线均与内接圆K相切。旋风气化炉5为圆柱形,旋风热解炉2为高分离效率的旋风分离器。冷却装置13可以用低温水作为冷却剂,吸热后用来产生气化炉所需水蒸气。

[0022] 具体实施方式二:结合图1和图2说明本实施方式,本实施方式的旋风气化炉5采用立式旋风气化炉或卧式旋风气化炉。立式风气化炉适用于气化粒径较小煤粉,卧式旋风气化炉适用于气化粒径较大煤粒。其它组成及连接关系与具体实施方式一相同。

[0023] 具体实施方式三:结合图1和图2说明本实施方式,本实施方式的料腿17为圆锥形,圆锥形的上端直径大于下端直径,料腿17的高度为 $1\text{m} \sim 2\text{m}$ 。较长的料腿17可以起到密封作用,保证旋风热解炉2与旋风气化炉5之间压差。其它组成及连接关系与具体实施方式一或二相同。

[0024] 具体实施方式四:结合图1和图2说明本实施方式,本实施方式是通过以下步骤实

现的：

[0025] 步骤一、煤粉由给煤入口 1 进入进煤接管 16 中，煤粉在高温粗煤气（系统启动阶段使用液体或气体燃料，由布置在热解半焦入口附近的点火油枪喷入燃料，与气化剂作用产生高温气体）的吹送下进入旋风热解炉 2，旋风热解炉 2 内的压力为 0.1Mpa ~ 4Mpa，旋风热解炉 2 的运行温度为 600℃ ~ 900℃；

[0026] 步骤二、煤粉在旋风热解炉 2 内发生热解，以高温粗煤气为气体热载体提供热解所需热量在旋风热解炉 2 内发生煤的干燥及热解，析出挥发分，并产生半焦，热解出的混合气由旋风热解炉排气管 11 排至冷却装置 13 中冷却，冷却后分离其中焦油成为中高热值的粗合成气并由粗合成气接管 15 排出；热解出的半焦通过返料装置 3 被输送回旋风气化炉 5，旋风气化炉 5 内的压力为 0.1Mpa ~ 4Mpa，旋风气化炉 5 的运行温度为 1000℃ ~ 1500℃；

[0027] 步骤三、氧化剂喷嘴 7 和水蒸气喷嘴 8 同时向旋风气化炉 5 内喷射氧化剂和水蒸气，水蒸气温度为 100℃ ~ 250℃，半焦在氧化剂喷嘴 7 和水蒸气喷嘴 8 共同作用下发生气化反应，产生的高温粗煤气作为煤热解的气体热载体再次送入旋风热解炉 2 中，旋风气化炉 5 中的煤渣以固态或液态形式经灰渣排出口 9 排出。

[0028] 具体实施方式五：结合图 1 和图 2 说明本实施方式，本实施方式是步骤一中的煤粉的粒径为 0.01mm ~ 1mm。其它步骤与具体实施方式四相同。

[0029] 具体实施方式六：结合图 1 和图 2 说明本实施方式，本实施方式是步骤一中旋风热解炉 2 内的压力为 1Mpa，旋风热解炉 2 的运行温度 700℃。其它步骤与具体实施方式四或五相同。

[0030] 具体实施方式七：结合图 1 和图 2 说明本实施方式，本实施方式是步骤二中旋风气化炉 5 内的压力为 1Mpa，旋风气化炉 5 的运行温度为 1200℃。其它步骤与具体实施方式四相同。

[0031] 具体实施方式八：结合图 1 和图 2 说明本实施方式，本实施方式是步骤二中冷却装置 13 可以用低温水作为冷却剂，吸热后用来产生气化炉所需水蒸气。其它步骤与具体实施方式四或七相同。

[0032] 具体实施方式九：结合图 1 和图 2 说明本实施方式，本实施方式是步骤二中返料装置 3 使用氮气、二氧化碳或水蒸气作为流化风。其它步骤与具体实施方式四相同。

[0033] 具体实施方式十：结合图 1 和图 2 说明本实施方式，本实施方式是步骤三中氧化剂为空气、富氧空气或氧气体积浓度 70% ~ 100% 的纯氧。其它步骤与具体实施方式四相同。

[0034] 本发明的应用实例：

[0035] (1)、如图 1 所示，旋风气化炉 5 采用立式旋风气化炉，25℃ ~ 100℃ 的煤粉或煤粒在 1000℃ - 1500℃ 的高温粗煤气的吹送下进入旋风热解炉 2，热解炉的温度为 600℃ ~ 900℃，压力为 0.1Mpa ~ 4Mpa，以高温粗煤气为气体热载体提供热解所需热量，在炉内发生煤的干燥及热解，析出挥发分，并产生半焦，此时旋风热解炉排气口的混合气温度较入口降低了 400℃ ~ 700℃。煤粉在热解炉前与高温粗煤气充分混合后沿热解的切向入口进入，之后再旋风流场作用下被甩向壁面，到达热解炉下部缩口段后与混合气分离，进入料腿 17。

[0036] 由于气体热载体来热解煤时有热解效率高，反应条件温和，反应时间短，对煤种适应性强的特点，加上旋风炉中旋流流场强化了气固掺混，保证热解的充分，析出更多挥发分和焦油。旋风热解炉采用高分离效率的旋风分离器，使热解半焦能被分离下来进入料腿 17。

[0037] 被分离下来的固体半焦落入料腿 17,料腿 17 和返料装置 3 用于密封热解半焦,实现热解炉和气化炉之间的压力平衡。热解半焦通过流化风的松动和输送作用进入旋风气化炉 5,流化风可以采用氮气、二氧化碳或水蒸气。

[0038] 热解半焦被送入旋风气化炉 5,在氧气和水蒸气的作用下充分气化。气化炉运行温度为 1000℃~1500℃,运行压力为 0.1Mpa~4Mpa,在较低温度时可实现固态排渣,在较高温度时采用液态排渣。数个氧化剂喷嘴 7 和数个水蒸气喷嘴 8 产生强劲旋转气流,实现热解半焦和气化气的充分混合,进行充分燃烧和气化。其中氧化剂为空气或氧气为体积浓度 70%~100%的纯氧或富氧空气,水蒸气温度为 100~250℃,采用两者不同比例用以调节气化温度。产生的高温粗合成气从顶部离开气化炉。

[0039] 携带挥发分的热解混合气从旋风热解炉上排气口离开,经冷却设备冷却,分离其中焦油成为中高热值的粗合成气。冷却装置可以用低温水作为冷却剂,吸热后用来产生气化炉所需部分水蒸气。

[0040] (2)、如图 2 所示,旋风气化炉 5 采用卧式旋风气化炉,由于卧式气化炉气体动力场复杂,紊流扰动强度高,所以卧式旋风气化炉适用于气化粒径较大的煤粒。卧式气化炉在筒体出口端部布置了一个锥台形缩口,使得旋转气流进入到筒体环形空间后,又受阻而重新折回筒体前部,从而形成复杂流场,强化了气固反应。其它工作过程与(1)相同。

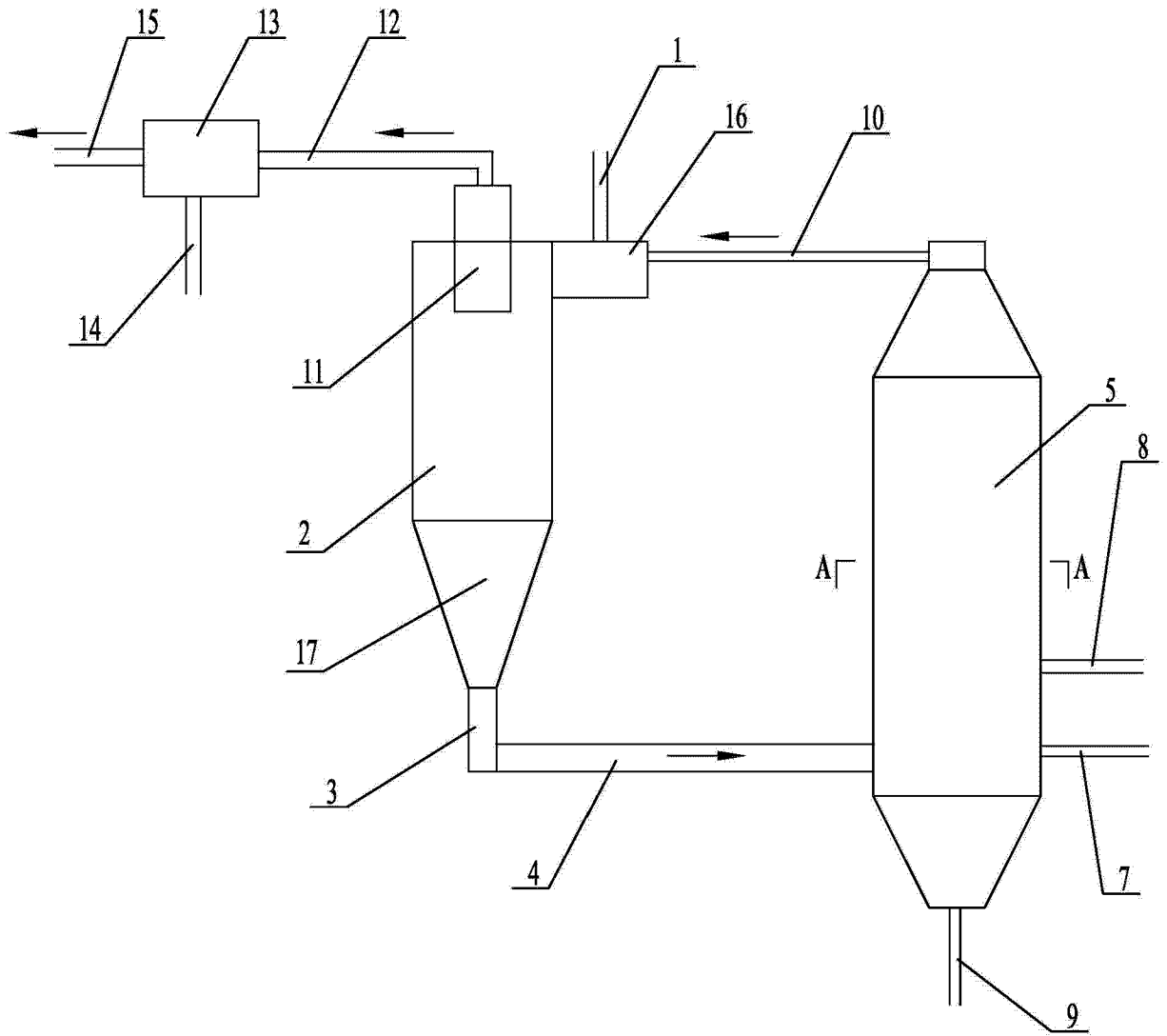


图 1

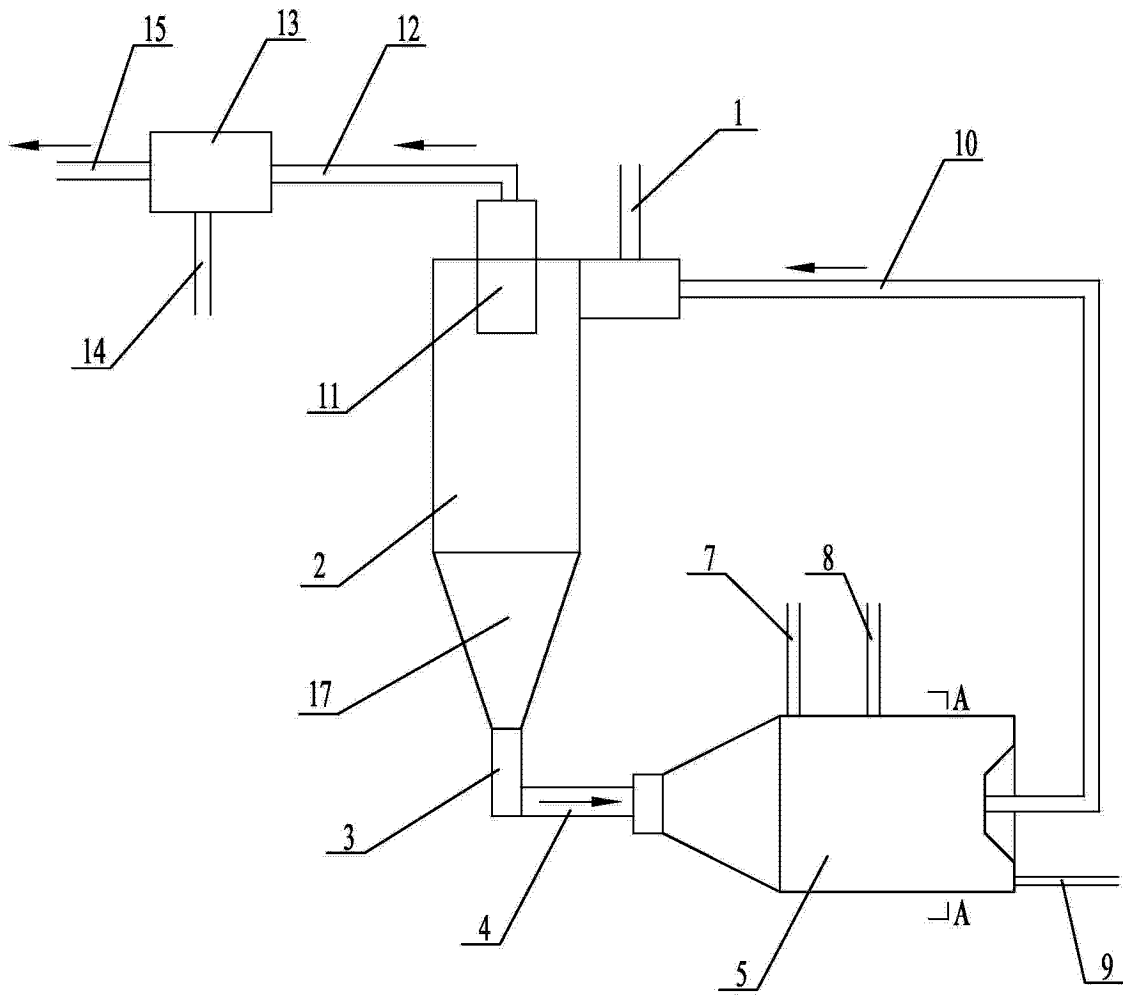


图 2

A - A

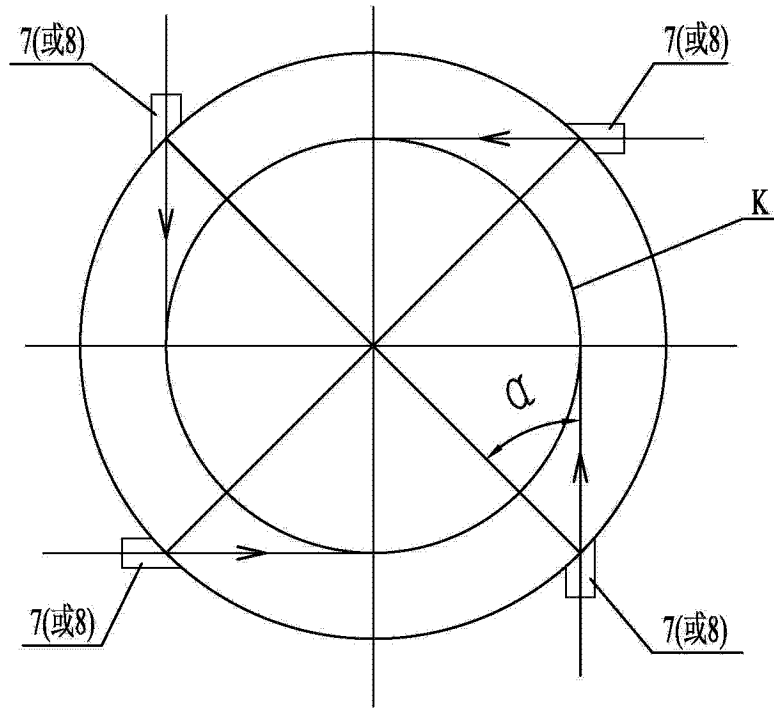


图 3