



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102925219 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201210441315. 0

(22) 申请日 2012. 11. 07

(73) 专利权人 东南大学

地址 211189 江苏省南京市江宁开发区东南  
大学路 2 号

(72) 发明人 向文国 许长春

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所  
(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

CN 201254529 Y, 2009. 06. 10,

CN 2608507 Y, 2004. 03. 31,

CN 102452803 A, 2012. 05. 16,

US 4110121 A, 1978. 08. 29,

US 3957459 A, 1976. 05. 18,

WO 02064526 A1, 2002. 08. 22,

CN 101434461 A, 2009. 05. 20,

岑可法等. 煤炭洁净综合利用技术的研究  
与前景. 《煤炭转化》. 1994, 第 17 卷 (第 3 期),

审查员 林中君

(51) Int. Cl.

C10J 3/54 (2006. 01)

C10J 3/84 (2006. 01)

C10J 3/86 (2006. 01)

C04B 7/26 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101240196 A, 2008. 08. 13,

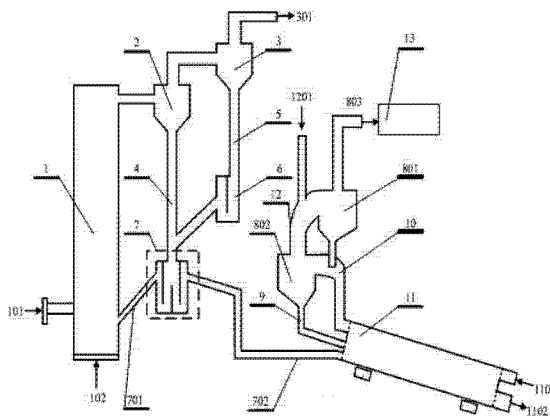
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置及使用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置,包括循环流化床气化炉、一级旋风分离器、二级旋风分离器、第一料腿、第二料腿、U型返料器、M型返料器、一级预热器、二级预热器、第三料腿、烟气管、转炉和电机。循环流化床煤气化炉与一级旋风分离器相连,一级旋风分离器与M型返料器相连,一级旋风分离器与二级旋风分离器相连,M型返料器的一侧与循环流化床煤气化炉相连,M型返料器的另一侧与转炉相连,二级预热器与转炉相连,一级预热器的底端连接在烟气管的内腔中。该装置利用煤气化后的灰分为原料之一来制取水泥,实现了对灰分的综合利用。同时,本发明还公开了该装置的使用方法,该方法简单易行,适合工业上推广应用。



1. 一种循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置,其特征在于,该装置包括循环流化床气化炉(1)、一级旋风分离器(2)、二级旋风分离器(3)、第一料腿(4)、第二料腿(5)、U型返料器(6)、M型返料器(7)、一级预热器(801)、二级预热器(802)、第三料腿(9)、烟气管(10)、转炉(11)和电机,循环流化床气化炉(1)的下端设有燃料煤入口(101),循环流化床气化炉(1)的底部设有氧气和蒸汽入口(102),二级旋风分离器(3)的顶端设有煤气出口(301),一级预热器(801)的上端设有烟气出口(803),转炉(11)的一侧设有空气入口(1101)和水泥出口(1102);

所述的循环流化床气化炉(1)的上部与一级旋风分离器(2)的上部相连,一级旋风分离器(2)的底部通过第一料腿(4)与M型返料器(7)的上部相连,一级旋风分离器(2)的顶部与二级旋风分离器(3)的上部相连,二级旋风分离器(3)的底部与二级料腿(5)的顶部相连,二级料腿(5)的底部通过U型返料器(6)与第一料腿(4)的下部相连,M型返料器(7)两侧设有回料管(701)和排灰管(702),M型返料器(7)的一侧通过回料管(701)与循环流化床气化炉(1)的下部相连,M型返料器(7)的另一侧通过排灰管(702)与转炉(11)的相连,二级预热器(802)的上部通过烟气管(10)与转炉(11)相连,二级预热器(802)的底部通过第三料腿(9)与转炉(11)相连,二级预热器(802)的顶部通过提升管(12)与一级预热器(801)的上部相连,提升管(12)上设有制水泥原料入口(1201);一级预热器(801)的底端通过管道连接在烟气管(10)的内腔中。

2. 按照权利要求1所述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置,其特征在于,还包括余热锅炉发电装置(13),所述的一级预热器的烟气出口(803)与余热锅炉发电装置(13)的烟气进口相连。

3. 一种权利要求1所述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置的使用方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

第一步,将煤从循环流化床气化炉(1)的燃料煤入口(101)投入循环流化床气化炉(1)中,同时,通过氧气和蒸汽入口(102),向循环流化床气化炉(1)内通入氧气和蒸汽;煤、氧气和蒸气在循环流化床气化炉(1)内发生气化反应,反应产物及未反应的焦炭上升进入一级旋风分离器(2)中;

第二步,在一级旋风分离器(2)中,部分灰分和未反应的焦炭经一级旋风分离器(2)分离,通过第一料腿(4)进入M型返料器(7)中;在一级旋风分离器(2)中无法捕捉到的灰分和未完全反应的焦炭经过一级旋风分离器(2)顶部,由煤气化后的气体夹带进入二级旋风分离器(3);经过二级旋风分离器(3)分离,分离出的粗煤气从煤气出口(301)排出,灰分和焦炭依次经过第二料腿(5)、U型返料器(6)汇入第一料腿(4)中,再由第一料腿(4)落入M型返料器(7)中;

第三步,M型返料器(7)将固体物料分流为两部分,其中一部分固体物料经回料管(701)返回循环流化床气化炉(1)内,另一部分固体物料经排灰管(702)排入转炉(11)中;

第四步,将石灰石和高岭土从水泥原料入口(1201)加入,经过一级预热器(801)和二级预热器(802)预热后,经第三料腿(9)进入转炉(11)中,与M型返料器(7)排入转炉(11)的固体物料中的灰分共同作用,制成水泥。

4. 根据权利要求3所述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置的使用方法,其特征在于,所述的第四步中,向转炉(11)的空气入口(1101)通入空气,将由M型返料器(7)排

入转炉(11)的固体物料中的残炭燃尽,生成的高温烟气经由烟气管(10)进入二级预热器(802)中,烟气将石灰石和高岭土夹带进入一级预热器(801)中;在一级预热器(801)中,烟气分别和石灰石与高岭土进行换热,然后烟气从一级预热器(801)的烟气出口(803)排出,石灰石与高岭土落入烟气管(10)中,经过转炉(11)排出的烟气夹带进入二级预热器(802)中;在二级预热器(802)中,石灰石与高岭土分别和烟气进行第二次换热,随后,烟气流入一级预热器(801)中,石灰石与高岭土经过第三料腿(9)落入转炉(11)中;在转炉(11)中,燃烧残炭,为制备水泥提供热量,石灰石、高岭土以及由M型返料器(7)排入转炉(11)的固体物料中的灰分发生反应制成水泥熟料,水泥熟料从转炉(11)的水泥出口(1102)排出。

5. 根据权利要求4所述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置的使用方法,其特征在于,还包括第五步,将从烟气出口(803)排出的烟气通入余热锅炉发电装置(13)中。

6. 根据权利要求3所述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置的使用方法,其特征在于,所述的转炉(11)倾斜布置,且不断回转,使转炉(11)内的固体物料连续向转炉(11)的水泥出口(1102)方向移动。

## 一种循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置及使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及循环流化床煤气化排灰资源的利用,具体来说,涉及一种循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置及使用方法。

### 背景技术

[0002] 煤气化技术是指将煤与气化剂在循环流化床中反应,从而制取粗煤气,再将粗煤气净化得到干净煤气。这一技术目前已得到了广泛的应用与发展。煤气化过程中,从清洁、高效、再循环利用的角度出发,人们对如何处理其产生的灰渣越来越重视。目前大量的灰渣往往仍处于简单堆放,任意排放的状态。处理好这些灰渣,甚至是再次利用,变废为宝就具有很大的意义和价值。

### 发明内容

[0003] 技术问题:本发明所要解决的技术问题是:提供一种循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置,该装置利用煤气化后的灰分为原料之一来制取水泥,实现了对灰分的综合利用。同时,本发明还提供该循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置的使用方法,该方法简单易行,适合工业上推广应用。

[0004] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明的技术方案如下:

[0005] 一种循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置,该装置包括循环流化床气化炉、一级旋风分离器、二级旋风分离器、第一料腿、第二料腿、U型返料器、M型返料器、一级预热器、二级预热器、第三料腿、烟气管、转炉和电机,循环流化床气化炉的下端设有燃料煤入口,循环流化床气化炉的底部设有氧气和蒸汽入口,二级旋风分离器的顶端设有煤气出口,一级预热器的上端设有烟气出口,转炉的一侧设有空气入口和水泥出口;

[0006] 所述的循环流化床气化炉的上部与一级旋风分离器的上部相连,一级旋风分离器的底部通过第一料腿与M型返料器的上部相连,一级旋风分离器的顶部与二级旋风分离器的上部相连,二级旋风分离器的底部与二级料腿的顶部相连,二级料腿的底部通过U型返料器与第一料腿的下部相连,M型返料器两侧设有回料管和排灰管,M型返料器的一侧通过回料管与循环流化床气化炉的下部相连,M型返料器的另一侧通过排灰管与转炉的相连,二级预热器的上部通过烟气管与转炉相连,二级预热器的底部通过第三料腿与转炉相连,二级预热器的顶部通过提升管与一级预热器的上部相连,提升管上设有制水泥原料入口;一级预热器的底端通过管道连接在烟气管的内腔中。

[0007] 进一步,所述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置,还包括余热锅炉发电装置,所述的一级预热器的烟气出口与余热锅炉发电装置的烟气进口相连。

[0008] 一种上述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置的使用方法,该方法包括以下步骤:

[0009] 第一步,将煤从循环流化床气化炉的燃料煤入口投入循环流化床气化炉中,同时,通过氧气和蒸汽入口,向循环流化床气化炉内通入氧气和蒸汽;煤、氧气和蒸气在循环流化

床气化炉内发生气化反应,反应产物及未反应的焦炭上升进入一级旋风分离器中;

[0010] 第二步,在一级旋风分离器中,部分灰分和未反应的焦炭经一级旋风分离器分离,通过第一料腿进入 M 型返料器中;在一级旋风分离器中无法捕捉到的灰分和未完全反应的焦炭经过一级旋风分离器顶部,由煤气化后的可燃气体夹带进入二级旋风分离器;经过二级旋风分离器分离,分离出的粗煤气从煤气出口排出,灰分和焦炭依次经过第二料腿、U 型返料器汇入第一料腿中,再由第一料腿落入 M 型返料器中;

[0011] 第三步,M 型返料器将固体物料分流为两部分,其中一部分固体物料经回料管返回循环流化床气化炉内,另一部分固体物料经排灰管排入转炉中;

[0012] 第四步,将石灰石和高岭土从水泥原料入口加入,经过一级预热器和二级预热器预热后,经第三料腿进入转炉中,与 M 型返料器排入转炉的固体物料中的灰分共同作用,制成水泥。

[0013] 进一步,所述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置的使用方法,所述的第四步中,向转炉的空气入口通入空气,将由 M 型返料器排入转炉的固体物料中的残炭燃尽,生成的高温烟气经由烟气管进入二级预热器中,烟气将石灰石和高岭土夹带进入一级预热器中;在一级预热器中,烟气分别和石灰石与高岭土进行换热,然后烟气从一级预热器的烟气出口排出,石灰石与高岭土落入烟气管中,经过转炉排出的烟气夹带进入二级预热器中;在二级预热器中,石灰石与高岭土分别和烟气进行第二次换热,随后,烟气流入一级预热器中,石灰石与高岭土经过第三料腿落入转炉中;在转炉中,燃烧残炭,为制备水泥提供热量,石灰石、高岭土以及由 M 型返料器排入转炉的固体物料中的灰分发生反应制成水泥熟料,水泥熟料从转炉的水泥出口排出。

[0014] 进一步,所述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置的使用方法,还包括第五步,将从烟气出口排出的烟气通入余热锅炉发电装置中。

[0015] 有益效果:与现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0016] (1) 用灰分制备水泥,实现了对灰分的综合利用。煤气化后会排出粉煤灰,我国大多数粉煤灰的化学成分按照质量百分比为:40-60%  $\text{SiO}_2$ ;0.5-2.5%  $\text{MgO}$ ;15-40%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; < 2%  $\text{SO}_3$ ;3-10%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; > 60%  $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ ;25%  $\text{CaO}$ ;1-20% 的烧失物,1-6% 的未燃物(属于有害部分)。将煤灰作为制水泥原料之一和石灰石(主要成分为  $\text{CaCO}_3$ )以及高岭土( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )一起置于水泥转炉中进行反应。高岭土发生脱水反应,脱去其中的化学结合水,脱水后变成无定形的三氧化二铝和二氧化硅  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3+2\text{SiO}_2+2\text{H}_2\text{O}$ 。石灰石中的碳酸钙和原料中夹杂的碳酸镁进行分解: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO}+\text{CO}_2$ ; $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO}+\text{CO}_2$ 。这些原料提供了性质活泼的游离氧化钙,它与生料中的  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  进行固相反应,形成熟料矿物:硅酸三钙( $\text{C}_3\text{S}$ )、硅酸二钙( $\text{C}_2\text{S}$ )、铝酸三钙( $\text{C}_3\text{A}$ )、铁铝酸四钙( $\text{C}_4\text{AF}$ ),这些均为水泥熟料的主要矿物,从而制得水泥。煤灰作为煤气化过程产生的副产品,得到了再次利用,提高了煤的利用率。

[0017] (2) 降低了水泥生产成本,减少了生产水泥的能耗。本发明有效的解决了煤气化灰渣的排放,降低了水泥生产成本,减少了生产水泥的能耗。可以给煤气化生产企业带来新的效益,既减轻了煤气化灰分作为固体废弃物堆放、处置的环境压力,又降低了生产能耗,符合资源再利用,循环资源化的发展趋势。

[0018] (3) M 型返料器的使用,使装置结构紧凑,其一侧设有回料管,另一侧设有排灰管,

既实现了流化床气化炉的物料循环,又为水泥回转炉提供了原料。此外,通过调节返料器的给风量可以调节排灰量,从而进一步调控物料在循环流化床中的停留时间以及回转炉中的灰分量。

[0019] (4) 两级预热器的使用,使热量交换更加充分,既预热了水泥原料石灰石和高岭土,促进水泥生成,又利用了高温烟气的热量。最终烟气的余热被余热锅炉利用产生电,实现了资源的充分有效利用。

### 附图说明

[0020] 图 1 是本发明的装置的结构示意图。

[0021] 图 2 是本发明的一种改进装置的结构示意图。

[0022] 图中有:循环流化床气化炉 1、一级旋风分离器 2、二级旋风分离器 3、第一料腿 4、第二料腿 5、U 型返料器 6、M 型返料器 7、一级预热器 801、二级预热器 802、第三料腿 9、烟气管 10、转炉 11、提升管 12、余热锅炉发电装置 13、燃料煤入口 101、氧气和蒸汽入口 102、煤气出口 301、回料管 701、排灰管 702、烟气出口 803、空气入口 1101、水泥出口 1102。

### 具体实施方式

[0023] 下面结合附图,对本发明的技术方案进行详细的说明。

[0024] 如图 1 所示,本发明的一种循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置,该装置包括循环流化床气化炉 1、一级旋风分离器 2、二级旋风分离器 3、第一料腿 4、第二料腿 5、U 型返料器 6、M 型返料器 7、一级预热器 801、二级预热器 802、第三料腿 9、烟气管 10、转炉 11 和电机。循环流化床气化炉 1 的下端设有燃料煤入口 101。煤通过燃料煤入口 101 投入循环流化床气化炉 1 中。循环流化床气化炉 1 的底部设有氧气和蒸汽入口 102。二级旋风分离器 3 的顶端设有煤气出口 301。一级预热器 801 的上端设有烟气出口 803。转炉 11 的一侧设有空气入口 1101 和水泥出口 1102。循环流化床气化炉 1 的上部与一级旋风分离器 2 的上部相连,一级旋风分离器 2 的底部通过第一料腿 4 与 M 型返料器 7 的上部相连,一级旋风分离器 2 的顶部与二级旋风分离器 3 的上部相连,二级旋风分离器 3 的底部与第二料腿 5 的顶部相连,第二料腿 5 的底部通过 U 型返料器 6 与第一料腿 4 的下部相连,M 型返料器 7 两侧设有回料管 701 和排灰管 702,M 型返料器 7 的一侧通过回料管 701 与循环流化床气化炉 1 的下部相连,M 型返料器 7 的另一侧通过排灰管 702 与转炉 11 相连,二级预热器 802 的上部通过烟气管 10 与转炉 11 相连,二级预热器 802 的底部通过第三料腿 9 与转炉 11 相连,二级预热器 802 的顶部通过提升管 12 与一级预热器 801 的上部相连,提升管 12 上设有制水泥原料入口 1201;一级预热器 801 的底端通过管道连接在烟气管 10 的内腔中。

[0025] 进一步,作为一种改进方案,如图 2 所示,所述的循环流化床煤气化排灰资源化利用的装置,还包括余热锅炉发电装置 13,所述的一级预热器的烟气出口 803 与余热锅炉发电装置 13 的烟气进口相连。余热锅炉发电装置 13 是现有装置,例如,清华大学出版社 2010.11 出版,段秋生著的《燃气——蒸汽联合循环电站热力性能分析理论与计算》中介绍了余热锅炉发电装置 13。余热锅炉发电装置 13 包括余热锅炉、蒸汽轮机、发电机和凝汽器等部件。余热锅炉发电装置 13 利用烟气的热量在余热锅炉中产生蒸汽,蒸汽从余热锅炉进入蒸汽轮机,带动发电机发电。

[0026] 上述装置的使用方法,包括以下步骤:

[0027] 第一步,将煤从循环流化床气化炉 1 的燃料煤入口 101 投入循环流化床气化炉 1 中,同时,通过氧气和蒸汽入口 102,向循环流化床气化炉 1 内通入氧气和蒸汽;煤、氧气和蒸汽在循环流化床气化炉 1 内发生气化反应,反应产物及未反应的焦炭上升进入一级旋风分离器 2 中。

[0028] 在所述的第一步中,煤、氧气和蒸汽在 800-1200℃ 温度下,在循环流化床气化炉 1 内发生气化反应,气化反应产物包含 CO<sub>2</sub>、CO、H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 等。气化反应后,还存留有未反应的焦炭和灰分。

[0029] 第二步,在一级旋风分离器 2 中,部分灰分和未反应的焦炭经一级旋风分离器 2 分离,通过第一料腿 4 进入 M 型返料器 7 中;在一级旋风分离器 2 中,无法捕捉到的灰分和未完全反应的焦炭经过一级旋风分离器 2 顶部,由煤气化后的可燃气体夹带进入二级旋风分离器 3;经过二级旋风分离器 3 分离,分离出的粗煤气从煤气出口 301 排出,灰分和焦炭依次经过第二料腿 5、U 型返料器 6 汇入第一料腿 4 中,再由第一料腿 4 落入 M 型返料器 7 中。

[0030] 第三步, M 型返料器 7 将固体物料分流为两部分,其中一部分固体物料经回料管 701 返回循环流化床气化炉 1 内,另一部分固体物料经排灰管 702 排入转炉 11 中。

[0031] 在第三步中,经回料管 701 返回循环流化床气化炉 1 内的固体物料,继续参与气化反应。经排灰管 702 排入转炉 11 内的固体物料,用于制备水泥。

[0032] 第四步,将石灰石和高岭土从水泥原料入口 1201 加入,经过一级预热器 801 和二级预热器 802 预热后,经第三料腿 9 进入转炉 11 中,与 M 型返料器 7 排入转炉 11 的固体物料中的灰分共同燃烧,制成水泥。

[0033] 在所述的第四步中,向转炉 11 的空气入口 1101 通入空气,将由 M 型返料器 7 排入转炉 11 的固体物料中的残炭燃尽,为排灰、石灰石和高岭土烧制水泥提供热量,生成的高温烟气经由烟气管 10 进入二级预热器 802 中,烟气将石灰石和高岭土夹带进入一级预热器 801 中;在一级预热器 801 中,烟气分别和石灰石与高岭土进行换热,然后烟气从一级预热器 801 的烟气出口 803 排出,石灰石与高岭土落入烟气管 10 中,经过转炉 11 排出的烟气夹带进入二级预热器 802 中;在二级预热器 802 中,石灰石与高岭土分别和烟气进行第二次换热,随后,烟气流入一级预热器 801 中,石灰石与高岭土经过第三料腿 9 落入转炉 11 中;在转炉 11 中,燃烧残炭,为制备水泥提供热量,石灰石、高岭土以及由 M 型返料器 7 排入转炉 11 的固体物料中的灰分发生反应制成水泥熟料,水泥熟料从转炉 11 的水泥出口 1102 排出。

[0034] 上述过程用于制备水泥。

[0035] 进一步,该方法还包括第五步,烟气从烟气出口 803 排出后,进入余热锅炉发电装置 13 中。利用烟气的热量产生蒸汽,蒸汽从余热锅炉进入蒸汽轮机,带动发电机发电。该步骤用于发电。

[0036] 在上述过程中,转炉 11 倾斜布置,且不断回转,使转炉 11 内的固体物料连续向转炉 11 的水泥出口 1102 方向移动。这便于水泥熟料从转炉 11 的水泥出口 1102 排出。

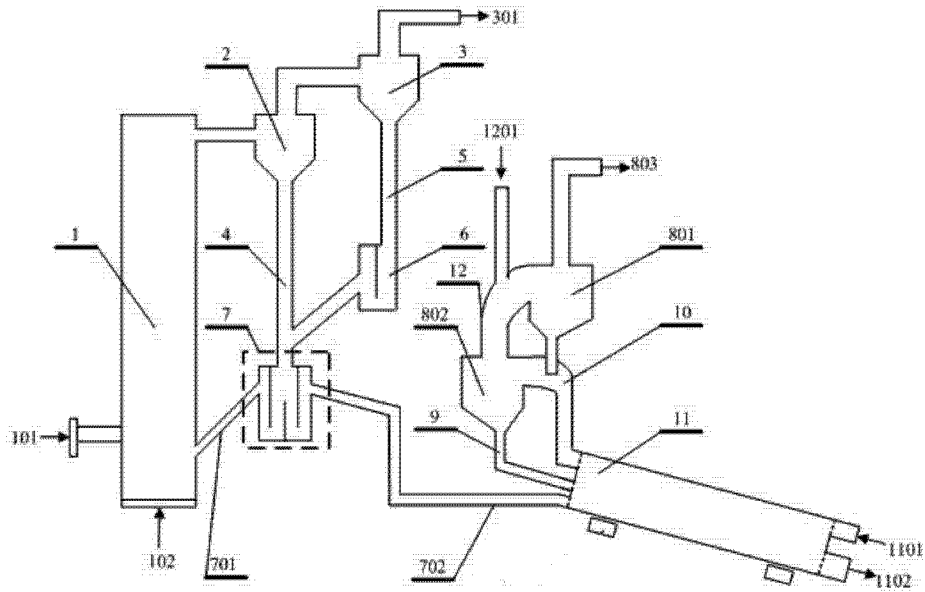


图 1

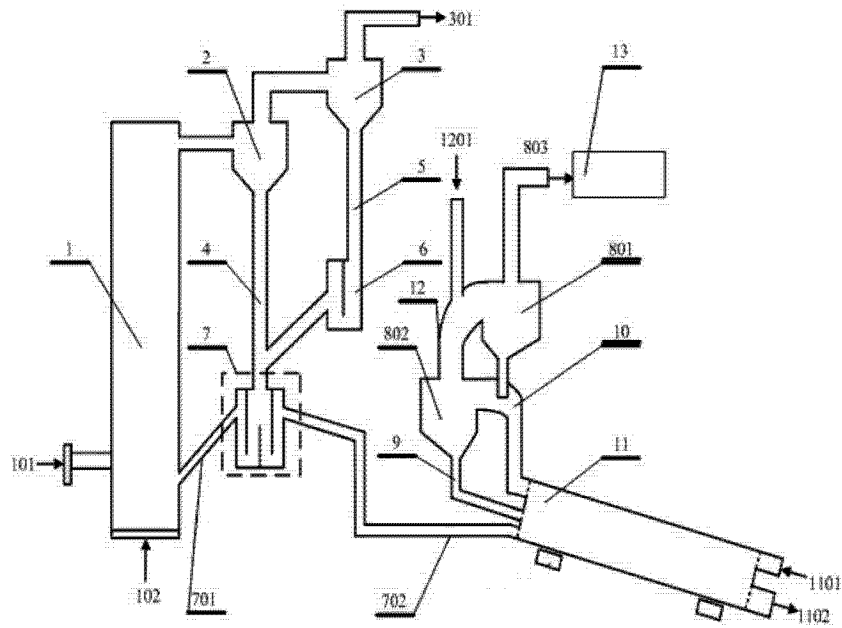


图 2