



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104185502 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 03

(21) 申请号 201280065820. 8

雅努什·多兹奥

(22) 申请日 2012. 12. 10

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务所（普通合伙）11350

(30) 优先权数据

P. 397288 2011. 12. 08 PL

代理人 汤东凤

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2014. 07. 02

B01D 53/86 (2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/PL2012/000129 2012. 12. 10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/085402 EN 2013. 06. 13

(71) 申请人 克拉科夫雅盖隆大学

地址 波兰克拉科夫市古乐比亚街 24 号

(72) 发明人 米尔兹斯拉瓦·娜迦巴

雷沙德·莱赫

马芮克·丹尼乐维斯基

权利要求书2页 说明书5页 附图6页

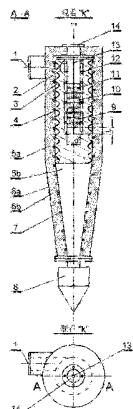
(54) 发明名称

同时从烟气中移除 NO 和碳颗粒以及无机灰尘的方法以及用于从烟气中移除 NO 和碳颗粒以及无机灰尘的催化反应器

(57) 摘要

同时从配备有催化剂用于直接分解位于金属整体上的一氧化氮的反应器中的烟气中移除 NO 和颗粒以及无机灰尘的方法在于将烟气切向引入到反应器圆周、生成烟气的沿所述反应器向下的旋转流动并且同时具有流动干扰，这是因为烟气与位于所述反应器腔室的内壁上的金属箔片的波形表面的接触以及烟气与位于下落到所述反应器的下部部分的螺旋带上的催化剂接触的分开，并且下一烟气射流方向反向地到达含有整体催化剂的切片的圆柱形内部腔室、干扰烟气射流的层流。

A 污染物的沉积的固体颗粒收集在所述反应器的下部部分中。本发明还涉及设计用于同时从烟气中移除 NO 和碳颗粒以及无机灰尘的反应器。



1. 同时从配备有催化剂用于直接分解位于金属整体上的一氧化氮的反应器中的烟气中移除 NO 和颗粒以及无机灰尘的方法的特征在于烟气沿切线方向流动到所述反应器圆周、生成烟气的沿所述反应器向下的旋转流动并且同时具有流动干扰,这是因为烟气射流与周向地位于所述反应器腔室的内壁上的由催化剂的活性组分覆盖的金属箔片的波形表面的接触,以及由于沉积在下落到所述反应器的下部部分的螺旋带上的催化剂的接触的烟气射流的分开,并且下一烟气射流是反向地被引导到由整体催化剂的切片组成的圆柱形内部腔室并且所述烟气射流的层流是受到干扰的,而且污染物的沉积的固体颗粒被从所述反应器的下部部分中移除。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于在所述反应器内部腔室中的烟气层流的干扰是通过将引导隔片放置在所述整体催化剂的平行切片之间获得的。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于所述反应器内部腔室中的烟气层流的干扰是通过将所述整体反应器的切片相对于彼此非平行的布置获得的。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于应用的是具有通道截面的不同形状和尺寸的所述整体催化剂的切片。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于所述反应器内部的温度维持在 150 °C 到 450 °C 的范围内。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于应用的是位于金属基底上的氧化物催化剂。
7. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于应用的是位于耐酸奥氏体钢的基底上的氧化物催化剂。
8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于所述整体催化剂的切片含有带 α Fe₂O₃ 结构的氧化物相和带尖晶石结构的氧化物相或仅含有尖晶石相,所述尖晶石结构具有接近于 NiFe₂O₄ 的晶格参数,而且这些相形成微晶,所述微晶含有 Cr 和额外的 Mn 并且可能含有 Si。
9. 根据权利要求 1 或 8 所述的方法,其特征在于进行同时从包含在由烟气运送的灰尘中移除一氧化氮和完全氧化的碳颗粒。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于发生源自静止排放源的一氧化氮的移除。
11. 用于从烟气中移除 NO 和碳颗粒以及无机灰尘的催化反应器,其含有用于直接移除一氧化氮的具有带热绝缘的至少部分地圆柱形形状的整体催化剂的切片,其中入口位于上部部分中,其特征在于所述入口产生将含尘气体切向引入到所述反应器中并且所述反应器含有带波形内表面 3 的圆柱形腔室,其具有位于所述反应器的上部部分中的催化剂的活性相并且朝向下部部分下落的在其表面上具有催化剂的活性组分的螺旋带 4 位于具有波形内表面的所述腔室 3 内部,而由加热器 12 加热的腔室 9 位于在具有波形表面的所述腔室 3 的几何轴中,并且所述整体催化剂的切片 10 和 / 或 16 位于所述加热腔室 9 中,此外所述反应器配备有壳体,所述壳体具有两个同轴壁 6a 和 6b 以及位于所述壁 6a 与壁 6b 之间的耐热材料,而加热器 7 至少部分地与所述内部壳体的壁 6b 接触,同时紧密闭合件 8 位于所述反应器的所述下部部分并且它同时是灰尘容器。
12. 根据权利要求 11 所述的反应器,其特征在于所述催化剂的活性组分存在于所述腔室 9 的内壁上。
13. 根据权利要求 11 所述的反应器,其特征在于所述整体催化剂的所述切片是朝向他

们自身平行的并且竖直于所述反应器的轴。

14. 根据权利要求 11 或 13 所述的反应器, 其特征在于所述引导隔片 11 位于所述整体反应器的所述切片之间。

15. 根据权利要求 14 所述的反应器, 其特征在于所述引导隔片 11 的形状迫使烟气射流进行旋转流动。

16. 根据权利要求 15 所述的反应器, 其特征在于所述引导隔片 11 的形状类似于螺旋桨。

17. 根据权利要求 11 所述的反应器, 其特征在于所述加热器 13 位于所述腔室 9 的轴上。

18. 根据权利要求 11 所述的反应器, 其特征在于当所述催化剂的所述整体切片的前部位于比率 $L/d > 50$ 的位置中时所述引导隔片位于到所述催化剂的所述整体切片的所述入口的前部中, 但是当比率 $L/d < 50$ 时所述引导隔片 11 不会位于到所述整体催化剂的所述切片的所述入口之前。

19. 根据权利要求 11 所述的反应器, 其特征在于所述整体催化剂的所述切片是相对于彼此成角度放置的并且朝向所述反应器的轴。

20. 根据权利要求 11 所述的反应器, 其特征在于所述壳体的内壁 6b 与所述腔室 3 接触。

21. 根据权利要求 11 所述的反应器, 其特征在于它是由圆柱形部分和剩余的圆锥形部分组成的, 所述腔室 3 位于所述圆柱形部分中。

22. 根据权利要求 11 所述的反应器, 其特征在于它含有位于金属基底上的氧化物催化剂。

23. 根据权利要求 11 或 22 所述的反应器, 其特征在于所述氧化物催化剂沉积在耐酸奥氏体钢的基底上。

24. 根据权利要求 23 所述的反应器, 其特征在于所述催化剂含有带 αFe_2O_3 结构的相和带尖晶石结构的相或仅含有尖晶石相, 所述尖晶石结构具有接近于 $NiFe_2O_4$ 的晶格参数, 而且所述相形成微晶, 所述微晶含有 Cr 和额外的 Mn 并且可能含有 Si。

25. 根据权利要求 11 所述的反应器, 其特征在于它将用于同时从烟气中移除一氧化氮、包含在由烟气运送的灰尘中的氧化的碳颗粒并且移除无机灰尘。

26. 根据权利要求 11 所述的反应器, 其特征在于它将用于移除由静止排放源生成的一氧化氮。

同时从烟气中移除 NO 和碳颗粒以及无机灰尘的方法以及 用于从烟气中移除 NO 和碳颗粒以及无机灰尘的催化反应 器

技术领域

[0001] 本发明的目标是从含有氧气的烟气中移除一氧化氮 (NO) 的方法以及用于移除 NO 的反应器, 首先是从由静止排放源生成的含尘烟气中移除一氧化氮。

背景技术

[0002] 迄今为止从含尘烟气中移除 NO 是以此方式进行的, 即, 含有 NO 的烟气轴向流动到整体催化剂的通道的入口并且所述流动是分层的。所述催化剂是使用陶瓷、阻燃材料或金属箔片制备的并且它由催化活性物质覆盖。在穿过整体催化剂的通道的层流期间, 烟气与催化剂发生接触并且出现化学反应。NO 到 N₂ 的还原是这些反应的结果。同时固体颗粒沉积在整体催化剂的表面上并且有必要使用机械方法周期性地移除这些颗粒。

[0003] 从第 2006-196988 号日本专利的描述中用于清洁不含灰尘的烟气的催化反应器是众所周知的, 其中气体的清洁几乎均匀地出现在金属整体催化剂的中心和外周部分中。在所述器具中, 磁性物质和催化活性物质包含在形成于金属整体的通道的表面的层中。所述整体是圆柱形或椭圆形或四边形的并且它是由波形奥氏体不锈钢制成的。稳定磁体或磁场发生器位于整体催化剂的外侧上。整体催化剂位于由具有高热阻的非磁性材料制成的壳体中。所述壳体位于稳定磁体或磁场发生器与整体催化剂之间, 所述壳体是由陶瓷纤维垫包封的。所述垫对于从清洁气体运送到稳定磁体或磁场发生器的热是热绝缘体。使用烟气通道将清洁的烟气导向整体催化剂的入口横截面。烟气通道的几何轴和整体催化剂的几何轴是重叠的。扩散器安装在烟气通道的端部并且它是烟气通道与整体催化剂的金属壳体之间的耦合器。烟气是清洁的, 这是因为在它们流动穿过由波形金属箔片形成的整体催化剂的通道期间在催化剂上进行的化学反应。

发明内容

[0004] 本发明的目的是用于从含尘烟气中直接移除一氧化氮同时允许一氧化氮的有效分解和固体颗粒 (尤其是含碳的颗粒) 的系统移除的方法和反应器。

[0005] 根据本发明的烟气清洁的方法在于同时从烟气中以及在由烟气携带的碳颗粒的可能的燃烧中移除 NO 和固体颗粒。这些处理由于烟气和灰尘与含有活性催化剂的表面的重复接触而进行。所述接触是通过反应器中的烟气射流流动方向的变化来确保的。

[0006] 根据本发明从含尘烟气中移除一氧化氮和固体颗粒是在反应器中执行的, 其中催化剂用于直接分解沉积在金属整体上的一氧化氮。根据本发明的方法, 含尘烟气与圆周相切地进入反应器。它引起烟气的向下的旋转流动。所述流动经历干扰这是因为烟气射流与放置在反应器腔室的内壁上的金属箔片的波形表面的接触以及由于与箔片的螺旋带的接触造成的烟气射流的分开。放置在反应器腔室的内壁上的金属箔片的表面以及螺旋带的表面是由催化剂的活性组分覆盖的。之后烟气射流被反向引导到圆柱形内部腔室中, 其中安

装有整体催化剂的切片并且烟气的层流受到干扰。在清洁处理的过程中落下的固体颗粒累积在反应器的底部上。

[0007] 反应器的内部腔室中的烟气层流的优选的干扰是通过存在于反应器中的整体催化剂的平行切片之间的隔片或通过整体催化剂的切片的非平行位置获得的。

[0008] 优选地, 使用的是具有可变孔隙度的整体催化剂的多孔切片。反应器中的优选的温度在 150°C – 450°C 的范围内。优选地, 氧化物催化剂是通过箔片的直接氧化制成的, 尤其是使用耐酸的奥氏体钢箔片。大多数有利形式中的催化剂含有带 α Fe₂O₃ 结构的相和带尖晶石结构的相或仅含有尖晶石相, 所述尖晶石结构具有接近于 NiFe₂O₄ 的晶格参数。所述相形成了含有 Cr 和额外的 Mn 并且可能还含有 Si 的微晶 (波兰专利申请案 P. 395905)。使用这种类型的催化剂有可能同时移除一氧化氮、固体颗粒并且燃烧包含在在烟气射流中运送的灰尘中的碳颗粒。

[0009] 根据本发明的用于从含尘烟气中移除一氧化氮和碳颗粒以及无机灰尘的催化反应器包括用于直接移除一氧化氮的金属支撑件上的催化剂。所述反应器是至少部分地圆柱形的并且配备有热绝缘并且其入口以烟气与反应器圆周相切地引入的方式位于上部部分中。所述上部部分含有带波形内表面的腔室, 所述腔室由活性催化剂相覆盖。由耐酸钢箔片制成并且由催化剂的活性相覆盖的螺旋带位于带波形内表面的腔室的内部并且此外螺旋带向下下落。在具有波形内表面的腔室的几何轴中存在由内部加热器加热的内部腔室。整体催化剂的切片安装在该腔室中。反应器配备有壳体, 所述壳体含有两个圆柱形同轴壁, 所述同轴壁具有位于它们之间的绝缘材料。壳体加热器至少邻接到壳体的内壁的一部分上。紧密闭合件位于反应器的下部部分中并且它同时是灰尘容器。

[0010] 优选地, 催化剂还位于内部腔室的外表面上。

[0011] 有可能将催化剂的切片平行地朝向彼此且垂直地朝向反应器轴定位。在这种情况下, 引导隔片安装在整体催化剂的切片之间。引导隔片的形状诱发烟气射流的旋转流动。最优选的是螺旋桨的形状或类似于螺旋桨的形状。

[0012] 如果催化剂的整体切片的前部是以这种方式定位的, 即, 从入口到整体催化剂的切片的加热腔室测量的距离 L 与整体催化剂的切片的加热腔室的内径 d 的比率 L/d>50, 那么引导隔片设置在到整体催化剂的片层的入口的前方。但是如果比率 L/d<50, 那么引导隔片不会设置在到催化剂的多孔支撑件的入口之前。

[0013] 可能的是使整体催化剂的切片位于朝向其他切片并且朝向反应器的轴的角度处。

[0014] 优选地, 在整体催化剂的切片的加热腔室的轴的所在处存在额外的加热器。

[0015] 优选地, 反应器在具有波形表面的圆柱形腔室的所在处的部分中具有圆柱形形状, 并且在剩余的部分中具有圆锥形形状。具有波形表面的腔室可以与反应器壳体的内壁接触。

[0016] 根据本发明的方法和反应器是尤其设计用于从在静止排放源中形成的烟气中移除 NO 和碳颗粒以及无机灰尘的。

[0017] 一氧化氮的分解的多级处理和固体颗粒的移除出现在根据本发明的反应器中。反应器中的烟气与位于金属表面上的催化剂发生接触。它们同时引导烟气的流动, 在反应器中形成射流的逆流布置。催化反应器的第一级是具有波形内表面的腔室, 第二级是螺旋带。除催化性能之外, 螺旋带形成围绕其几何轴的烟气的螺旋流动, 引导烟气沿反应器向下。烟

气流动的方向的变化引起从清洁的烟气射流中移除固体颗粒并且增大整体催化剂的切片中的入口效应。从烟气射流中移除含有固体颗粒的灰尘是由根据弯曲轨迹的气体射流的流动引起的。来自烟气的灰尘与位于多级催化反应器的第一级的表面上的催化剂发生接触并且同时它在重力的影响下向下下落, 它被从烟气射流中移除并且此外包含在灰尘中的碳颗粒由于催化剂的活性而被完全氧化, 前提是包含在反应器中的催化剂允许氧化过程。

[0018] 具有较低的固体颗粒的含量的烟气射流流动到整体催化剂的切片的加热腔室中。作为多级催化反应器的下一级的到整体催化剂的切片的加热腔室的入口以如下方式位于具有波形内表面和螺旋带的圆柱形腔室的下部部分中, 即, 清洁烟气改变流动方向而返回到整体催化剂的切片的加热腔室并且反向地到达与包含在反应器的入口烟气中的灰尘相比在显著程度上已经得到清洁的反应器入口。在多级催化反应器的内部腔室中安装有整体催化剂的切片并且清洁烟气流动穿过它们的通道。在逆流中流动的气体连续地与催化剂发生接触引起它的清洁, 但是为了使接触更加容易并且为了增大烟气的纯净度, 多级催化反应器的最后一级中的烟气射流的流动经受方向的频繁的变化, 迫使清洁的烟气射流进行交替的旋转或直线流动。流动的方向的变化的获得是借助于引导隔片或由于在朝向反应器的横截面的平面的角度处的整体催化剂的切片的位置。引导隔片从不位于 整体反应器的最后一个切片的出口上。穿过整体催化剂的切片的清洁气体的流动取决于它们的通道的横截面的形状和面积, 而这些在优选的版本中是可变的。清洁的烟气的流动的方向的变化加强了含尘气体与催化剂之间的接触。从烟气射流中移除的灰尘收集在反应器的紧密闭合件中并且它是周期性地从反应器的紧密闭合件中移除的。在反应器的正常采用期间, 紧密闭合件不允许夹带来自环境的空气。

[0019] 根据本发明的方法和反应器确保了烟气与催化剂的高度发达的表面的密集的连续的接触并且保证了烟气流动方向的可变性。烟气与位于通道的表面上的催化剂的接触是由于烟气的流动方向的非常频繁的变化而得到促进的同时实现了从烟气射流中移除灰尘。

附图说明

[0020] 在示意性附图中示出了根据本发明的反应器结构的实例。在图 1 中示出了针对比率 $L/d < 50$ 的反应器的纵截面和横截面。在图 2 中示出了针对比率 $L/d > 50$ 的反应器的纵截面。在图 3 中示出了在一个部分中执行的螺旋带。在图 4 中示出了在分开的部分中制备的螺旋带。在图 5 中示出了引导隔片。在图 6 中示出了以多种角度安装的整体催化剂的切片。在图 7 中示出了朝向彼此平行的放置的整体催化剂的切片。并且在图 8 中示出了具有多种尺寸的横截面的整体催化剂的切片。

具体实施方式

[0021] 根据本发明的反应器结构的实例是针对尺寸 $L/d < 50$ 的比率制成的。在稳定排放源中生成的含尘气体是使用供给通道 1 供应的, 所述供给通道是与环境影响热绝缘的, 并且气体是使用含尘气体入口 2 与具有波形内表面 3 的圆柱形腔室的表面相切的引入的, 用于移除 NO 和固体颗粒并且用于在由气体射流运送的灰尘中呈现的碳颗粒的氧化。催化剂确保了从气体混合物中移除 NO 并且碳颗粒的氧化发生在使用耐酸奥氏体钢箔片制备的波形圆柱形表面上。通过氧化形成在耐酸奥氏体钢箔片上的氧化物相是易于作为催化剂产生

的。由氧化物相覆盖的奥氏体耐酸钢制成的螺旋带 4 位于圆柱形且波形的腔室 3 的内部，并且它是在腔室 3 中向下下落的，并且它是用于移除 NO 且用于包含在灰尘中的碳颗粒的氧化的催化剂的支撑件。所述螺旋带可以制备为一个部分或者它可以由形成带的分开的部分制备，如同在图 4 中所示的，但是根据带间距单独的粘合部分之间的距离不应重叠。螺旋带 4 在带框架 15 上向外伸展。圆柱形且波形的反应器腔室 3 位于由圆柱形部分 5a 和圆锥形部分 5b 组成的壳体中。所述壳体含有热绝缘，例如，轻质的耐热绝缘材料，并且所述绝缘位于两个同轴壁之间：外部壳体壁 6a 和内部壳体壁 6b，但是壳体的加热器 7 与内部壳体壁 6b 接触。反应器的圆锥形部分 5b 在其下部部分中配备有紧密闭合件 8，该闭合件同时是周期性清洁的灰尘容器。整体催化剂的切片的加热腔室 9 位于圆柱形波形腔室 3 的几何轴中，并且其表面由催化剂的活性组分覆盖。整体催化剂的切片 10 和 / 或 16 位于整体催化剂的切片的加热腔室 9 中，并且它们是通道横截面的不同的面积的。整体催化剂的切片 10 和 / 或 16 是由与具有波形表面 3 和螺旋带 4 的反应器的圆柱形腔室相同的催化剂的活性组分覆盖的。

[0022] 如果比率 $L/d < 50$ ，那么图 5 中所示的引导隔片 11 不位于到催化剂 10 和 / 或 16 的多孔支撑件的入口的前部。引导隔片 11 由叶片 17 组成，所述叶片是以较小角度朝向水平面倾斜的并且紧固在外环 18 与内环 19 之间。腔室加热器 12 安装在整体催化剂的切片的加热腔室 9 的壁上。额外的轴向加热器 13 位于整体催化剂的切片的加热腔室 9 的几何轴中。整体催化剂的切片的加热腔室 9 配备有气体出口 14。整体催化剂的切片 10 可以位于朝向整体催化剂的切片的加热腔室 9 的轴的多个角度 α 或 β 处，如图 6 中所示，以便获得流动方向的变化，从而实现到整体催化剂的切片的入口流动的效应。此时并未应用引导隔片 11。在图 6 中示出了整体催化剂的切片中的通道 20。在到整体催化剂的切片的入口之前的流动方向的变化是在整体反应器的切片朝向其自身平行时获得的，但是在朝向整体催化剂的整体切片的加热腔室 9 的轴的角度 α 下的，如图 7 中所示。存在由在整体催化剂的切片 10 之间的烟气射流填充的空间，其中在图 6 和图 7 中示出了整体催化剂的切片 10 的两个布置。

[0023] 在图 2 中示出的根据本发明的反应器的结构的实例是在尺寸比率 $L/d > 50$ 的情况下设计的。图 2 中所示的结构的实例与图 1 中所示的结构相比的差异在于当催化剂 10 的多孔支撑件的前部位于比率 $L/d > 50$ 的位置时到整体催化剂的多孔切片 10 或 11 的入口的前部中的引导隔片 11 的位置。

[0024] 在能够实现的两种情况下，整体催化剂的切片的加热腔室 9 的长度应该是尽可能长的，以便获得用于烟气的流动的最大距离。

[0025] 有可能向整体催化剂的切片 16 施加不同于整体催化剂的切片 10 的通道的横截面面积的通道的横截面面积，这在图 8 中可以看到。

[0026] 整体催化剂的切片 10 是具有相同的或不同的通道横截面的形状和尺寸的，并且每个腔室可以含有具有不同形状和横截面的整体催化剂的切片。

[0027] 标号

[0028] 1- 供给通道

[0029] 2- 含尘气体入口

[0030] 3- 具有波形内表面的反应器的圆柱形腔室

- [0031] 4- 螺旋带
- [0032] 5a- 壳体的圆柱形部分
- [0033] 5b- 壳体的圆锥形部分
- [0034] 6a- 外部壳体壁
- [0035] 6b- 内部壳体壁
- [0036] 7- 加热器
- [0037] 8- 紧密闭合件
- [0038] 9- 催化剂的整体切片的加热腔室
- [0039] 10- 整体催化剂的切片
- [0040] 11- 引导隔片
- [0041] 12- 腔室加热器
- [0042] 13- 轴向加热器
- [0043] 14- 气体出口
- [0044] 15- 带框架
- [0045] 16- 具有通道的横截面的可变形状和尺寸的整体催化剂的切片
- [0046] 17- 叶片
- [0047] 18- 外环
- [0048] 19- 内环
- [0049] 20- 整体催化剂的切片的通道 。

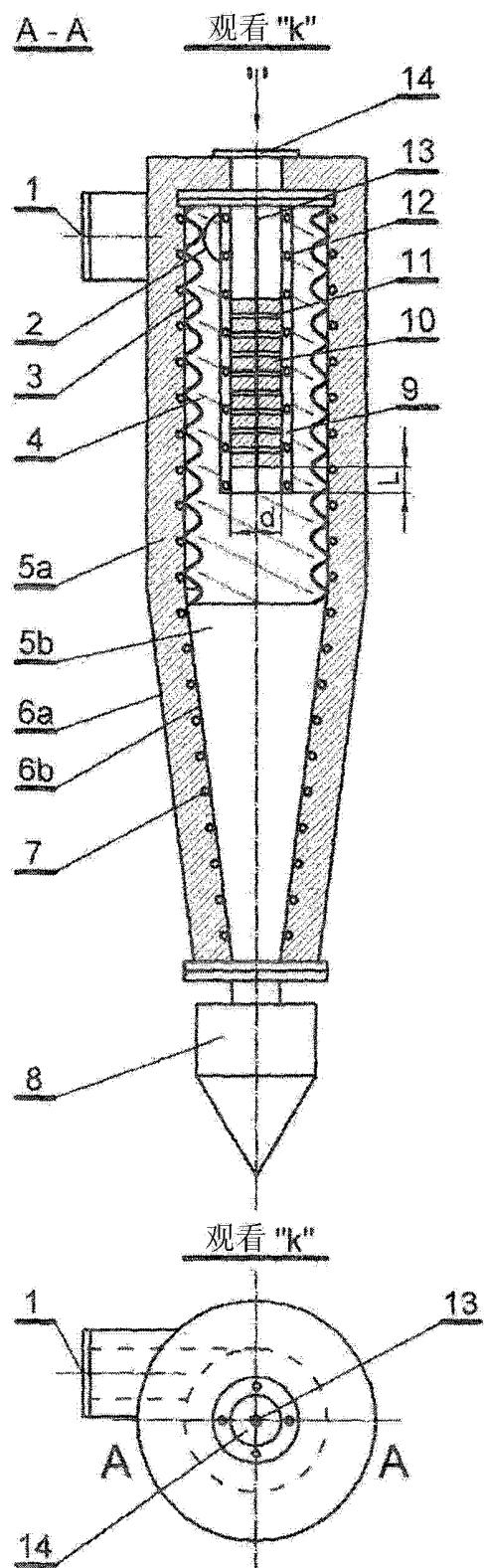


图 1

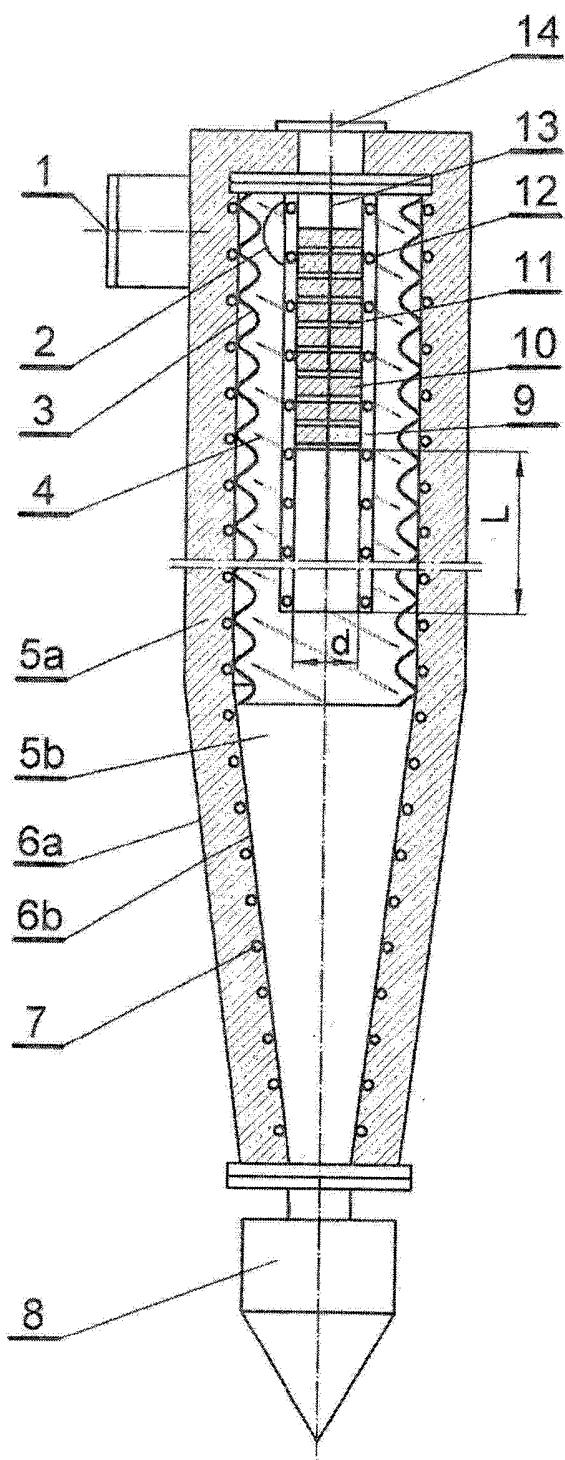


图 2

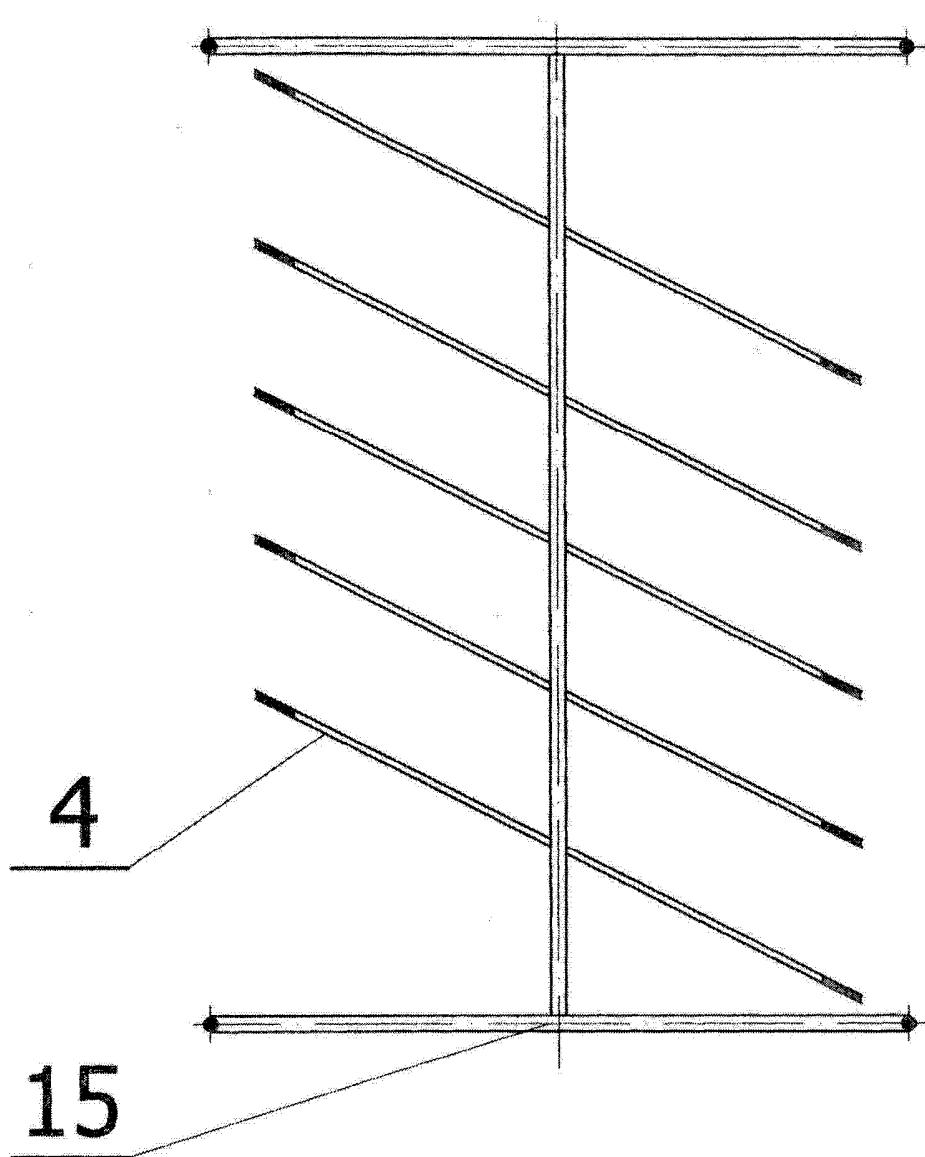


图 3

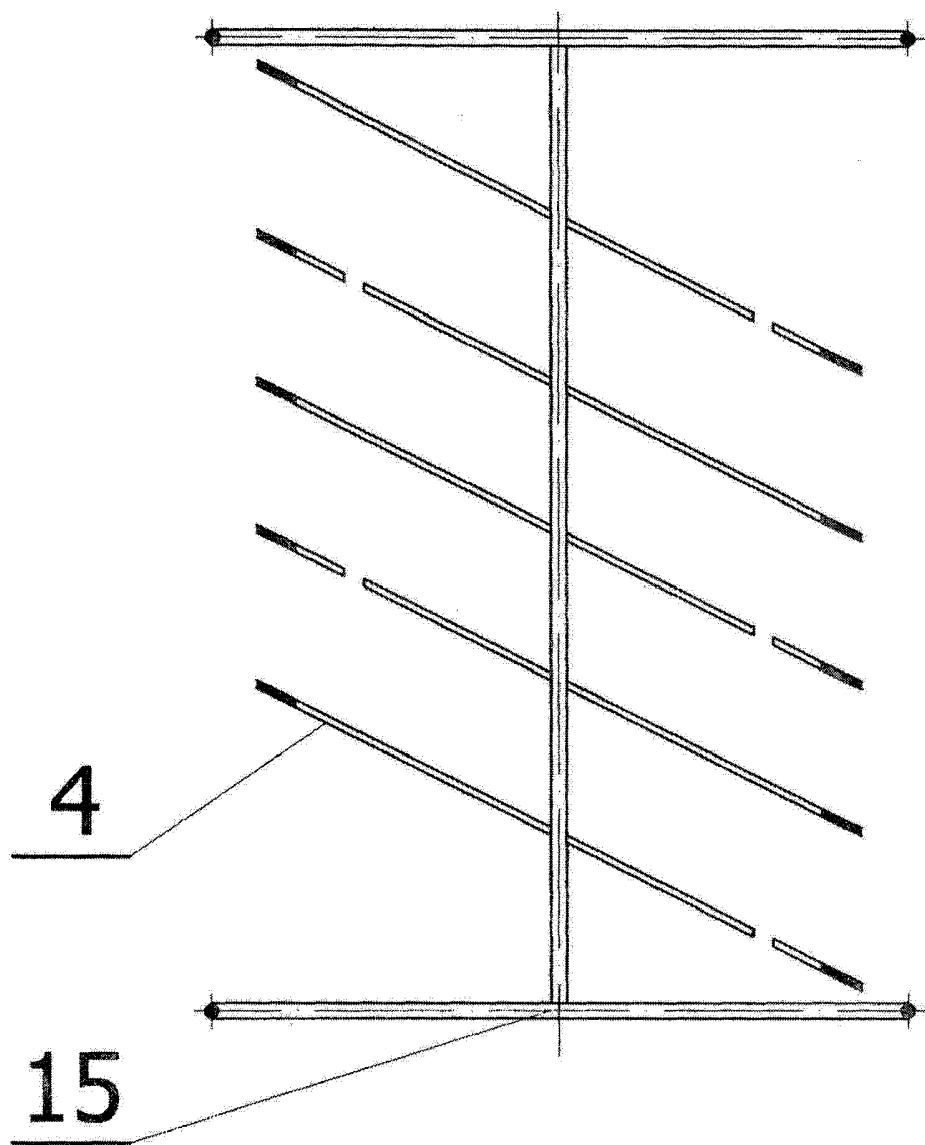


图 4

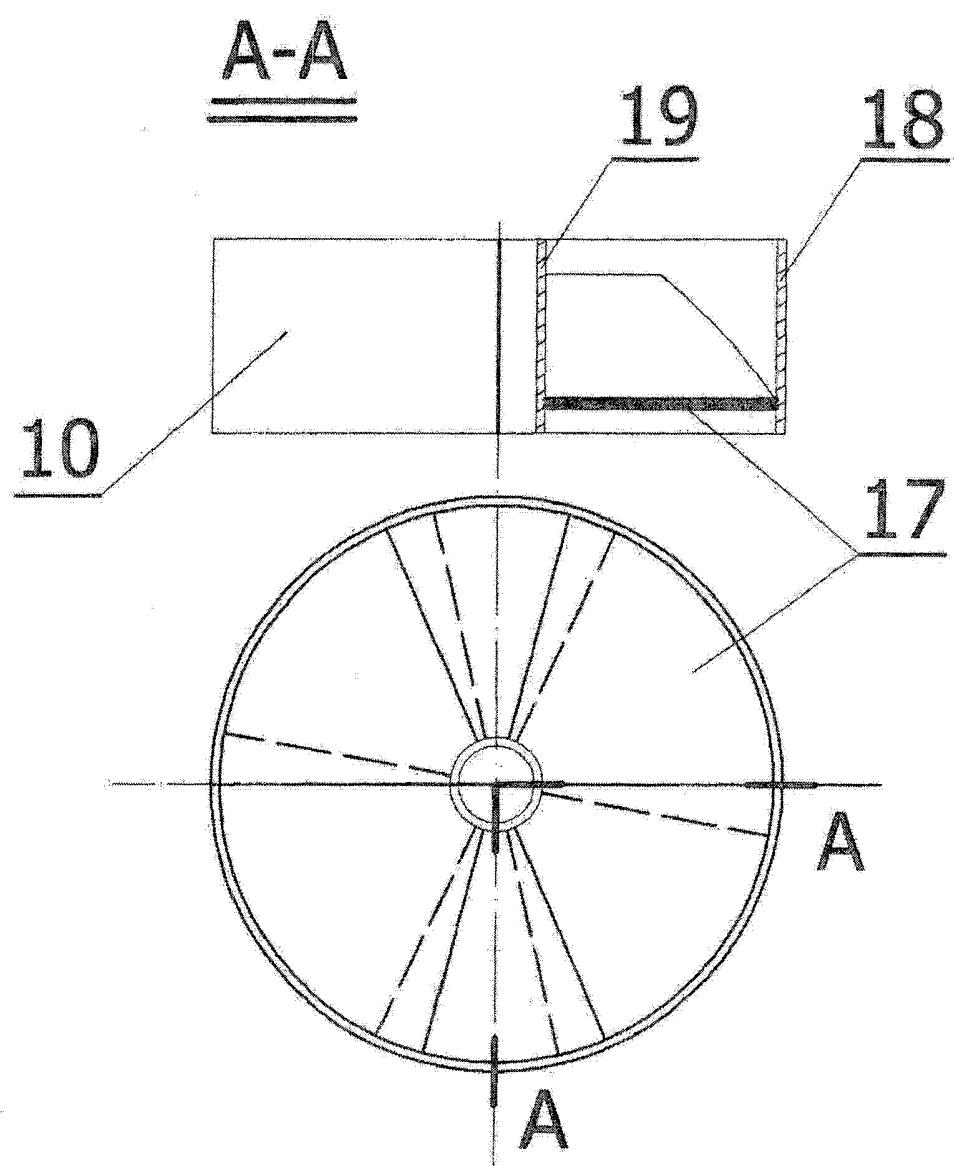


图 5

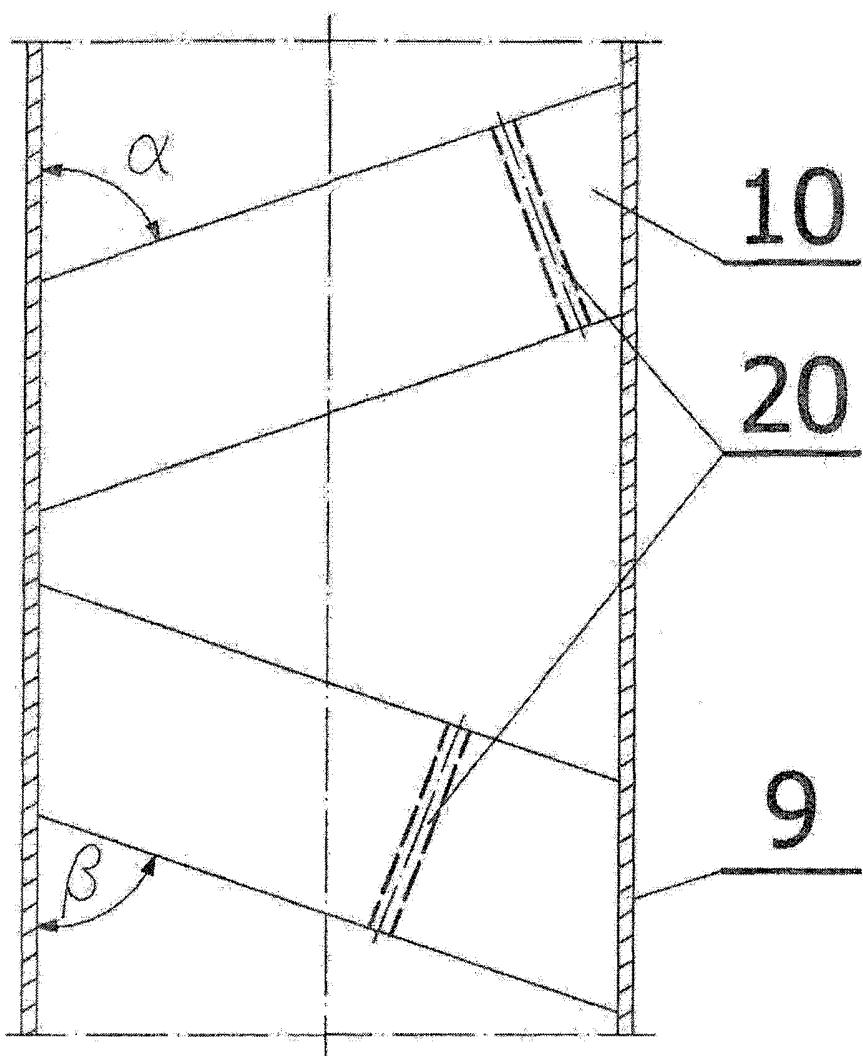


图 6

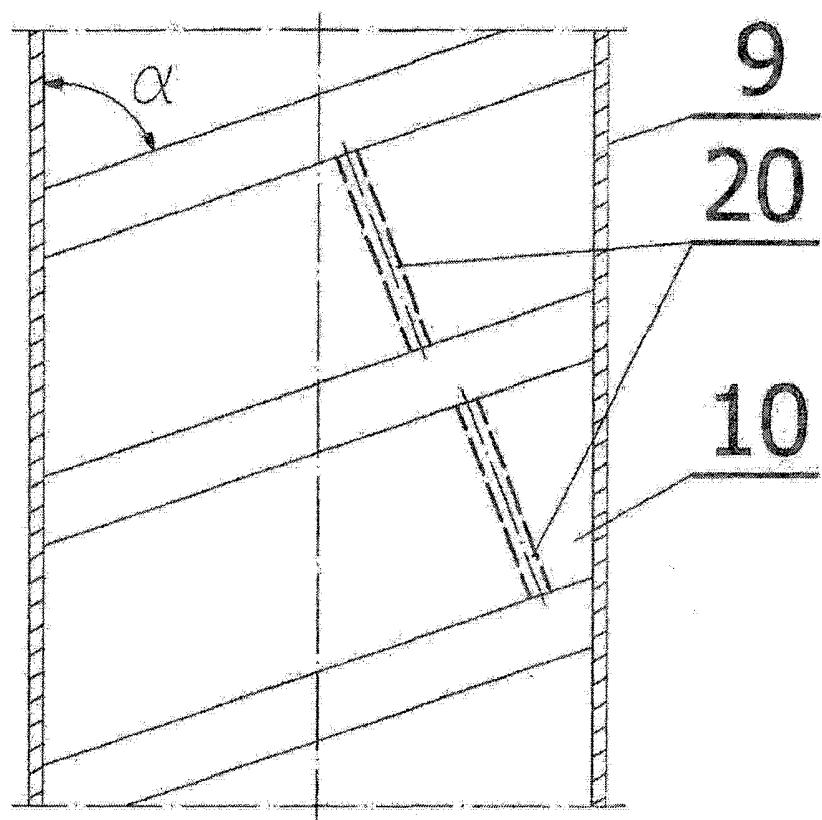


图 7

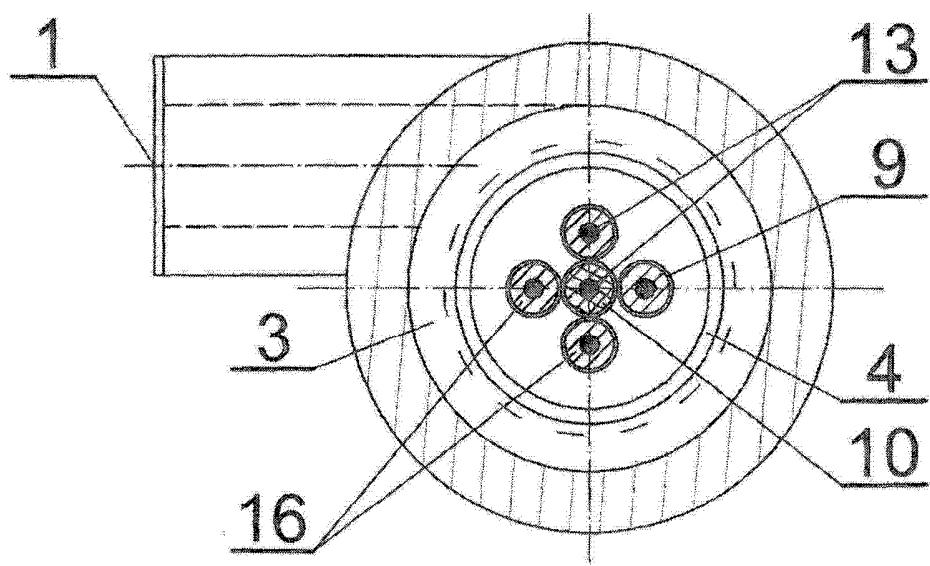


图 8