



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117085417 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 21

(21) 申请号 202310958491.X

(22) 申请日 2023.08.01

(71) 申请人 淮阴工学院

地址 223000 江苏省淮安市经济技术开发区
枚乘东路1号

申请人 江苏科圣化工机械有限公司

(72) 发明人 高芝龙 许明达 朱洪杰 庄绕林
李伯奎 王在良

(74) 专利代理机构 淮安市科文知识产权事务所
32223

专利代理师 吴宏宇

(51) Int. Cl.

B01D 45/14 (2006.01)

B01D 45/02 (2006.01)

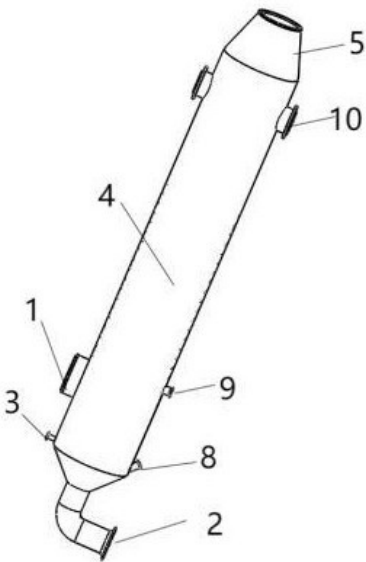
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种盘管式分离器

(57) 摘要

本发明公开了一种盘管式分离器,分离器包括筒体,筒体下端侧壁上设有进气口,筒体上端具有上斜锥,下端具有下斜锥,下斜锥的侧壁设置有水位传感器,下斜锥的底部具有排水管,排水管上安装阀门,筒体内固定安装有两组螺旋盘管,在筒体内位于所述进气口上方并在螺旋盘管的下方安装有导流叶轮叶片;螺旋盘管升角优化方法包括建立简化三维模型,设置对应参数,分析结果并进行对比,进而得到最优的升角角度。在压力损失变化较小的情况下尽可能减少导流叶轮产生的旋流段低速区域面积,提高分离效果。



1. 一种盘管式分离器, 其特征在于, 盘管式分离器包括筒体, 筒体下端侧壁上设有进气口, 筒体上端具有上斜锥, 下端具有下斜锥, 下斜锥的侧壁设置有水位传感器, 下斜锥的底部具有排水管, 排水管上安装阀门, 筒体内固定安装有两组螺旋盘管,

其中, 第一组螺旋盘管的起点为 0° , 第二组螺旋盘管的起点为 180° , 并在同一水平高度上, 右旋形成双螺旋结构, 顶部闭环形成单闭环双螺旋盘管,

在筒体内位于所述进气口上方并在螺旋盘管的下方安装有导流叶轮叶片;

螺旋盘管升角优化方法,

(1) 分别建立盘管的升角为 8° 、 9° 、 10° 、 11° 、 12° 的5个简化三维模型;

(2) 在ANSYS Workbench中为简化模型抽取体积、划分网格,

打开Fluent中的Setup插件, 在General中检查网格是否出错, 同时尺寸比例修改至mm; 在通用中设置重力为 9.81m/s^2 , 在模型中设置湍流模型为标准的k-epsilon的RNG模型;

(3) 创建喷射源, 选择进气口, 喷射源类型为surface, 材料为ash-solid, 固体颗粒直径为 $20\mu\text{m}$, 进气口流速为 10m/s ;

(4) 复制数据库材料, 流体材料选择water-liquid, 介质密度 ρ 为 998.2kg/m^3 , 动力粘度 μ 为 $0.1\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$;

(5) 边界条件: 出气口和出水口设置为escape;

(6) 算法选择SIMPLE;

(7) 完成初始化, 进行运行计算, 迭代次数设置1000, 迭代达到稳定后, 完成求解计算;

(8) 通过CFD post模块对上述五个简化模型的计算结果分析, 包括旋流段低速区域面积、粒子最大流速以及整体内部流场压力的分析;

(9) 将步骤8的分析结果进行对比, 得到最优的升角角度。

2. 如权利要求1所述的一种盘管式分离器, 其特征在于,

RNG k-epsilon模型输运方程为:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\alpha_k \mu_{eff} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + G_k + G_b - \rho \varepsilon - Y_M + S_k$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \varepsilon) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \varepsilon u_i) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\alpha_\varepsilon \mu_{eff} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right) + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{K} (G_k + C_{3\varepsilon} G_b) - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} - R_\varepsilon + S_\varepsilon$$

$$\mu_i = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$$

式中 $C_{1\varepsilon} = 1.42$, $C_{2\varepsilon} = 1.68$, $C_\mu = 0.0845$

G_k 表示平均速度梯度引起的湍流动能的产生

G_b 是由浮力产生的湍流动能

Y_M 表示可压缩湍流中波动膨胀对总耗散率的贡献

ρ 流体密度

ε 紊流脉动动能的耗散率

α_k 和 α_ε 分别是 k 和 ε 有效普朗特数的倒数

S_k 和 S_ε 是用户定义的源项。

3. 如权利要求1所述的一种盘管式分离器, 其特征在于, 上斜锥与水平面夹角为 75° , 中

部具有出气口,下斜锥与水平夹角为 45° ,中部具有出水口,侧面接通管道。

4.如权利要求1所述的一种盘管式分离器,其特征在于,在筒体内位于所述进气口上方并在螺旋盘管的下方50mm处安装有导流叶轮叶片。

5.如权利要求3所述的一种盘管式分离器,其特征在于,导流叶轮叶片的叶轮总高度为140mm,内筒体半径为150mm,叶轮半径为390mm,导流叶轮的叶片倾角为 37° ,叶片数为24并逆时针均匀分布在叶轮内筒体上。

6.如权利要求1所述的一种盘管式分离器,其特征在于,单闭环双螺旋盘管装配步骤:将单闭环双螺旋盘管插入筒体内,闭环一端在上,开环的一端朝下,且在进气口之上小段距离,盘管与筒体再通过焊接固定,再安装上出气口和下出口的斜锥部分。

7.如权利要求1所述的一种盘管式分离器,其特征在于,单闭环双螺旋盘管材质和筒体都为不锈钢S31603。

一种盘管式分离器

技术领域

[0001] 本发明涉及旋流分离技术,涉及一种盘管式分离器。

背景技术

[0002] 湿式氨法烟气脱硫工艺是采用氨作为吸收剂除去烟气中的SO₂的工艺,分离器是其中重要的一部分。盘管式分离器内的物料在振动力和经空气分布板均风的热气流双重作用下,呈悬浮状态与热气流接触,物料颗粒与热介质之间进行着激烈的湍动,使传热和传质过程得以强化,干燥后的产品由排料口排出,蒸发出的水份和废气经分离器回收粉尘后,净化的烟气通过引风机排至脱硫塔,因此分离器的分离效率决定了经济效益和生产安全问题。

[0003] 立式分离器是最为常见的一种盘管式分离器,这种分离器具有结构简单、操作可靠等特点。它主要利用重力沉降的原理,通过导流叶轮来实现多相分离。筒体内部安装导流叶轮迫使混合物流体按照规定的路径通过,在叶轮叶片的作用下混合物流体进入旋流段并螺旋上升,在旋流段中微粒互相发生碰撞并与筒壁接触,气体从出气口离开进入引风机,粉末和飞灰随着液滴收集到排水口后续再进行循环使用,最终实现分离。

[0004] 导流叶轮的结构决定了分离效率,结构参数越合理分离效果越好,但是导流叶轮的内筒体处的存在低压回流作用,小液滴随动性高,容易随着气体运动到中心位置从出气口直接离开,无法与筒体内壁接触,导致无法充分的碰撞,从而影响混合物分离,降低经济效益,造成安全隐患。

发明内容

[0005] 本发明设计了一种盘管式分离器,获得最佳升角。

[0006] 本发明公开的技术方案如下:一种盘管式分离器,包括螺旋盘管式分离器,螺旋盘管式分离器包括筒体,筒体下端侧壁上设有进气口,筒体上端具有上斜锥,下端具有下斜锥,下斜锥的侧壁设置有水位传感器,下斜锥的底部具有排水管,排水管上安装阀门,筒体内固定安装有两组螺旋盘管,

[0007] 其中,第一组螺旋盘管的起点为0°,第一组螺旋盘管的起点为180°,并在同一水平高度上,右旋形成双螺旋结构,顶部闭环形成单闭环双螺旋盘管。

[0008] 在上述方案的基础上,作为优选,上斜锥与水平面夹角为45°,中部具有出气口,下斜锥与上斜锥结构对称。

[0009] 在上述方案的基础上,作为优选,在筒体内位于所述进气口上方并在螺旋盘管的下方安装有导流叶轮叶片。

[0010] 在上述方案的基础上,作为优选,导流叶轮叶片的叶轮总高度为140mm,内筒体半径为150mm,叶轮半径为390mm,导流叶轮的叶片倾角为37°,叶片数为24并逆时针均匀分布在筒体上。

[0011] 在上述方案的基础上,作为优选,单闭环双螺旋盘管装配步骤:将单闭环双螺旋盘

管插入筒体内,闭环一端在上,开环的一端朝下,且在进气口之上小段距离,盘管与筒体再通过焊接固定,再安装上出气口和下出口的斜锥部分,焊接均采用电弧焊。

[0012] 在上述方案的基础上,作为优选,单闭环双螺旋盘管材质和筒体都为不锈钢S31603。

[0013] 在上述方案的基础上,作为优选,模拟分析方法:

[0014] 利用SolidWorks软件里的螺旋线以及扫描绘制出单闭环双螺旋盘管,再将筒体与单闭环双螺旋盘管组合后导入到Fluent软件里,对单闭环双螺旋盘管的进气口,上出气口以及下出口封闭;

[0015] 对单闭环双螺旋盘管进行网格划分,设置元素尺寸,默认划分网格,其次设置单闭环双螺旋盘管的边界层,对进出口和管壁面边界进行命名;

[0016] 求解过程:

[0017] 打开Fluent中的Setup插件,在General中检查网格是否出错,同时尺寸比例修改至mm;

[0018] 在通用中设置重力为 9.81m/s^2 和在模型中设置湍流模型为标准的k-epsilon的RNG模型;

[0019] 创建喷射源,喷射源类型为surface,材料为ash-solid,进气口流速为 10m/s ;

[0020] 复制数据库材料,流体材料选择water-liquid,介质密度 ρ 为 998.2kg/m^3 ,动力粘度 μ 为 $0.1\text{kg/(m}\cdot\text{s)}$;

[0021] 设置边界条件,对入口处设置流速为 10m/s ,离散相BC类型选择reflect;

[0022] 求解方案选择simple,初始化方法选择标准初始化,计算参考选择进气口;

[0023] 完成初始化,进行运行计算,迭代次数设置1000,迭代达到稳定后,完成求解计算;

[0024] 通过CFD post模块,通过求解结果函数图像以及动画的形式得出筒体内流体与颗粒的粒子停留状态和运动轨迹对除尘效果的影响。

[0025] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0026] RNG k-epsilon模型合理:分离器从切向进气,且筒体主要呈圆柱状,因此筒体内主要以旋流为主,旋转圈数很多,RNG k-epsilon模型比标准k-epsilon模拟效果更好,比如剪切流,旋涡和分离流、旋流修正。

[0027] 算法适合:SIMPLE算法求解的核心思路是采用“先猜测-后修正”之后在对应的网格区域求解相应的分析参数,适合本发明的设计优化理念。

[0028] 盘管参数选取合理:盘管参数考虑盘管对导流叶轮的作用,因此选取盘管的结构参数来进行优化,有盘管升角、盘管直径、盘管高度。由于盘管直径的变化容易影响安装和螺旋线位置,导致变量增多,误差容易更大,所以选择在固定盘管高度和固定盘管直径的情况下比较不同升角盘管的影响。

[0029] 升角的范围选取更加合理:由于正切函数上升的变化非常快,每一度升角的增加会导致盘管螺距相差越来越大,因此不同升角盘管的螺距差值并不固定,为了尽可能控制变量的变化大小,所以升角角度选择在 $8^\circ \sim 12^\circ$ 之间。

[0030] 结构简单而且实用性强。通过在筒体内部安装螺旋盘管,对气流的流动进行导向作用,在原本的基础上将气体混合物的流速总体提高了 3m/s 左右,此外可以从图6中能看出运动流线轨迹增加并且大部分颗粒能够运动到筒体内壁,表示混合物与壁面的接触时长增

加以提高碰撞次数,使除尘效果好效率更高,大大提高了除尘质量,减少了对设备的需求,降低了成本。

[0031] 在筒体内旋流段加入单闭环双螺旋盘管,对流体具有引流作用,能够使气体螺旋上升,弥补压力损失的能量,在分离效率保持不变的情况下,能够节约能耗。

[0032] 单闭环双螺旋盘管呈右旋结构,与叶轮叶片旋转方向一致,从叶轮出来的螺旋气流更容易受到盘管的导流作用,并与盘管接触进行热交换,冷凝的含尘液滴可以顺着盘管落下,汇集到导流叶轮的支撑板上,最终通过管口流向蓄水池,提高了分离效率。

[0033] 单闭环双螺旋盘管的加入,增大了筒体内壁接触面积,改变了流场使得流体的流动更加充分,增大了流体速度,进一步提高尘粒的碰撞次数与筒壁接触时长。

附图说明

[0034] 图1是螺旋盘管式分离器筒体结构示意图;

[0035] 图2是螺旋盘管式分离器半剖图;

[0036] 图3是导流叶轮图;

[0037] 图4是单闭环双螺旋盘管示意图;

[0038] 图5是不同升角盘管的速度云图;

[0039] 图6是不同升角盘管的压力云图。

具体实施方式

[0040] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对照附图说明本发明的具体实施方式。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图,并获得其他的实施方式。

[0041] 如图1-6所示,一种盘管式分离器,包括螺旋盘管式分离器,螺旋盘管式分离器包括筒体4,筒体4的高为8000mm,旋流段高度5600mm,在筒体表面上增设一个半径为315mm的进气口1。进气口通过法兰连接文丘里管,接收经过处理的水蒸气和灰尘,输送到筒体内部进行分离。

[0042] 筒体上端具有上斜锥5,上斜锥的侧壁设有吊耳10,吊耳采用焊接,焊接采用电弧焊。安装排水管时,需要通过吊耳将分离器吊起到裙座上,再从裙座侧面设置一个管口将排水管放入最后焊接到分离器上。上斜锥有法兰用于连接引风机,分离好的气体会从出气口输送到脱硫塔。上斜锥与水平面夹角为 75° ,中部具有出气口。上斜锥水平高度为1000mm。下端具有下斜锥,下斜锥与水平夹角为 45° ,中部具有出水口,侧面接通管道,下斜锥水平高度为600mm。

[0043] 下斜锥形成一个蓄水池,并通过排水管连接一个阀门2,下锥体上设置水位传感器3以用于控制阀门的启闭。

[0044] 在筒体内增设了螺旋盘管7,单闭环螺旋盘管由两组盘管组成,大小结构相同,直径都为25mm,共3266mm,盘管的波高A为1180mm,管壁厚为10mm。第一组起点为 0° ,第二组起点为 180° ,都在同一水平高度上,右旋形成双螺旋结构,顶部形成闭环,用于防止凝聚的含尘液滴随惯性被甩出出口。

- [0045] 在筒体内位于所述进气口上方并在螺旋盘管的下方50mm处安装有导流叶轮叶片。
- [0046] 导流叶轮叶片焊接基体为导流叶轮内筒体6,叶轮总高度为140mm,内径筒体半径为150mm,叶轮半径为390mm,导流叶轮的叶片倾角为 37° ,叶片数为24并逆时针均匀分布在筒体内。
- [0047] 筒体侧面接一个管口A9,管口A连接下斜锥上的管口B8,管口A连接管口B,管口A水平安装,管口B水平倾斜 45° 安装,以便于将积攒在导流叶轮内筒体上的含尘液滴传送到排水口。
- [0048] 工作原理:水蒸汽和废气的混合物以雾状从进气口1进入,贴着筒体侧面切向进入筒体内部,由于水位传感器3和阀门2,控制了液面的高度,部分混合物进入蓄水池,其余部分混合物只能通过导流叶轮6再从出气口5离开。正常工况下分离筒体内的液位应保持在入口以下以避免气体流经下部液相区出现气相夹带液滴现象。在离开的途中,通过螺旋盘管的导流作用,增加混合物的碰撞与壁面接触时间,再通过重力沉降,从而提高除尘效果。最后通过盘管顶部的闭环,用来截留一些被惯性甩出的质量较低的混合物。
- [0049] 单闭环双螺旋盘管装配步骤:将单闭环双螺旋盘管插入筒体内,闭环一端在上,开环的一端朝下,且在进气口之上小段距离,盘管与筒体再通过焊接实现固定,导流叶轮在盘管下面与筒体通过焊接实现固定,最后再安装上出气口和下出口的斜锥部分。单闭环双螺旋盘管材质和筒体都为不锈钢S31603。
- [0050] 为了在压力损失变化较小的情况下尽可能减少导流叶轮产生的旋流段低速区域面积,设计了螺旋盘管升角优化方法,
- [0051] (1) 分别建立盘管的升角为 8° 、 9° 、 10° 、 11° 、 12° 的5个简化三维模型;
- [0052] (2) 在ANSYS Workbench中为简化模型抽取体积、划分网格,
- [0053] 打开Fluent中的Setup插件,在General中检查网格是否出错,同时尺寸比例修改至mm;在通用中设置重力为 9.81m/s^2 ,在模型中设置湍流模型为标准的k-epsilon的RNG模型;
- [0054] (3) 创建喷射源,选择进气口,喷射源类型为surface,材料为ash-solid,固体颗粒直径为 $20\mu\text{m}$,进气口流速为 10m/s ;
- [0055] (4) 复制数据库材料,流体材料选择water-liquid,介质密度 ρ 为 998.2kg/m^3 ,动力粘度 μ 为 $0.1\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$;
- [0056] (5) 边界条件:出气口和出水口设置为escape;
- [0057] (6) 算法选择SIMPLE;
- [0058] (7) 完成初始化,进行运行计算,迭代次数设置1000,迭代达到稳定后,完成求解计算;
- [0059] (8) 通过CFD post模块对上述五个简化模型的计算结果分析,包括旋流段低速区域面积、粒子最大流速以及整体内部流场压力的分析;
- [0060] (9) 将步骤8的分析结果进行对比,得到最优的升角角度。
- [0061] 具体的,不同升角的盘管式分离器内部的速度场分布如图5,压力场分布如图6,图中排序按升角的大小从左向右排,最左侧为升角 8° 的盘管式分离器,最右侧为升角 12° 的盘管式分离器。
- [0062] 以升角为 10° 的盘管式分离器为例,将其他流场对它进行比较,速度场分布如图5

中第三个图所示,压力场分布如图6中第三个图所示,最大流速位于进气位置以及导流叶轮上端的左侧,粒子最大流速为20.6m/s,中心位置有锥形的低压回流区。

[0063] 对升角为 8° 的盘管式分离器进行模拟分析,速度场分布如图5中第一个图所示,压力场分布如图6中第一个图所示,与现有的分离器内部流场比较,流速分布情况相似,最大流速为22.5m/s,但中心位置低速区域明显缩小,且压力大幅下降。

[0064] 对升角为 9° 的盘管式分离器进行模拟分析,速度场分布如图5中第二个图所示,压力场分布如图6中第二个图所示,与现有的分离器内部流场比较,流速分布情况相似,最大流速为21.6m/s,中心位置低速区域略微缩小,且压力略微下降。

[0065] 对升角为 11° 的盘管式分离器进行模拟分析,速度场分布如图5中第四个图所示,压力场分布如图6中第四个图所示,与现有的分离器内部流场比较,流速分布情况相似,最大流速为21.7m/s,但中心位置速度区域略微增加,且压力略微下降。

[0066] 对升角为 12° 的盘管式分离器进行模拟分析,速度场分布如图5中第五个图所示,压力场分布如图6中第五个图所示,与现有的分离器内部流场比较,流速分布情况相似,最大流速为21.7m/s,中心位置低速区域缩小但向上延伸,压力略微上升。

[0067] 如图5所示的不同升角的盘管式分离器流场内的速度云图,从右向左看,导流叶轮所导致产生的锥形低压回流区随着升角的降低而逐渐向下收拢。

[0068] 如图6所示的不同升角的盘管式分离器流场内的压力云图,从左往右看, 8° 升角的压力云图变化很大,数值下降到其他分离器压力的一半,整体压力的变化趋势会随着升角的增加而上升。

[0069] 应当说明的是,上述实施例均可根据需要自由组合。以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

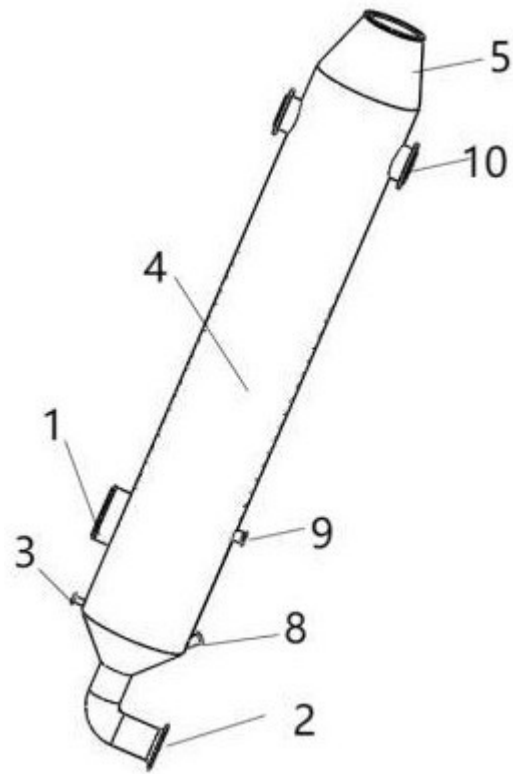


图 1

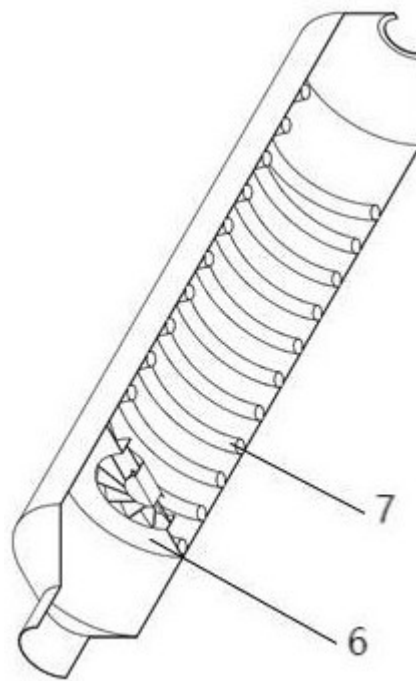


图 2

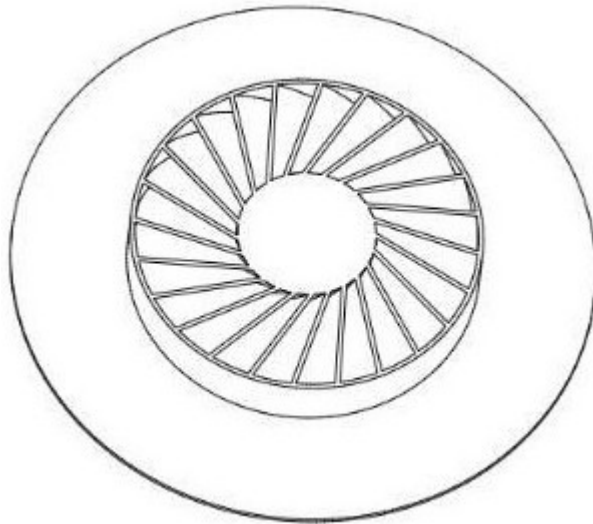


图 3

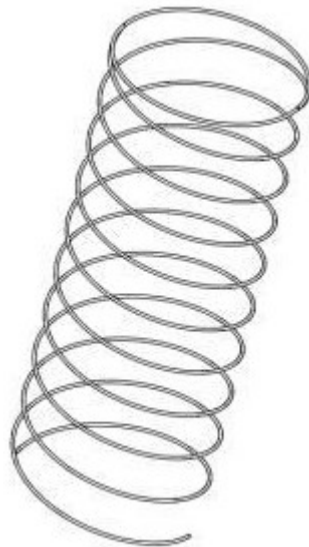


图 4

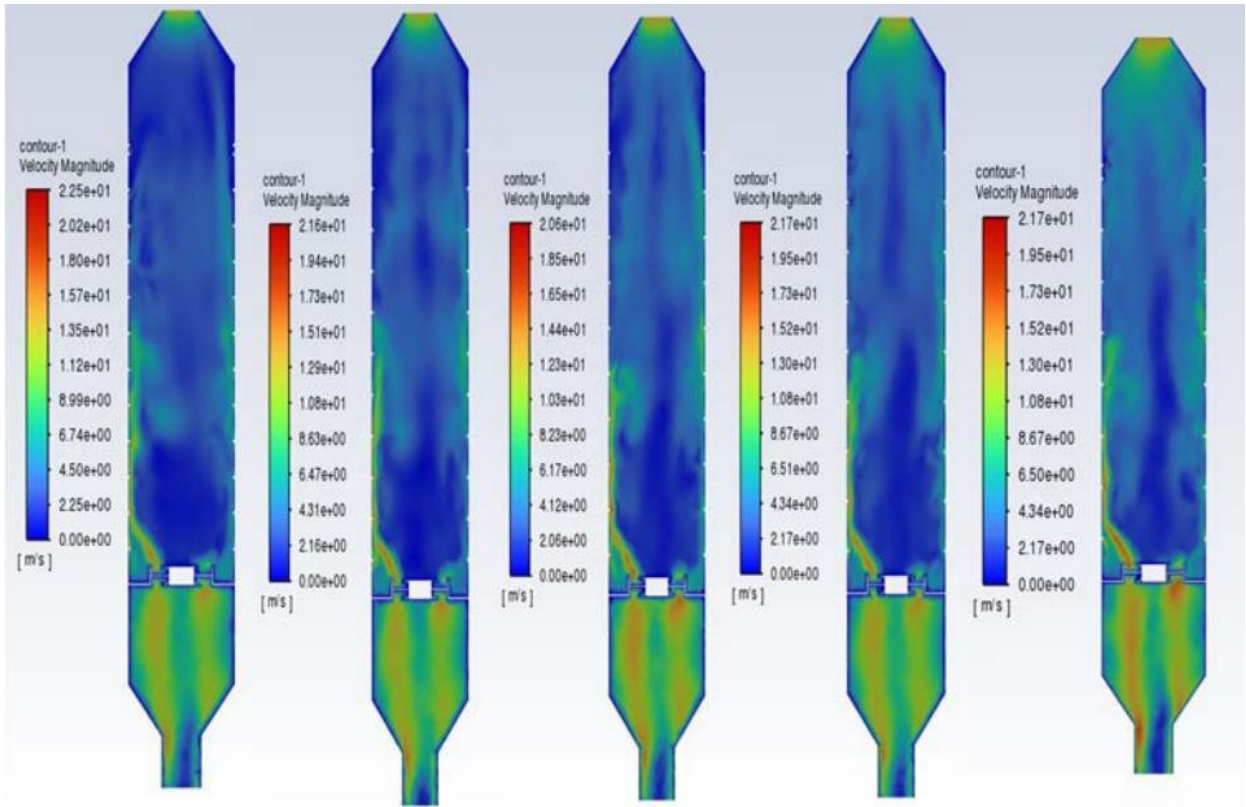


图 5

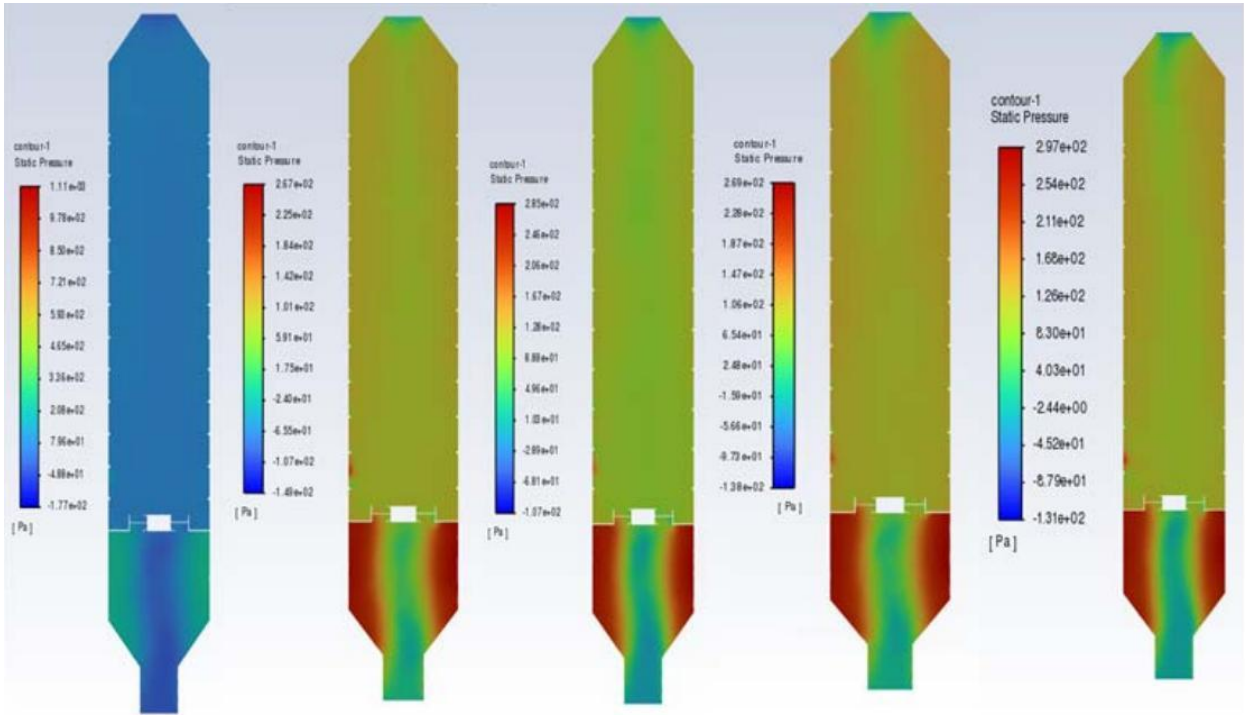


图 6