



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113203303 B

(45) 授权公告日 2022.04.08

(21) 申请号 202110453789.6

F28G 3/04 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.26

审查员 姚露

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113203303 A

(43) 申请公布日 2021.08.03

(73) 专利权人 淮阴工学院

地址 223003 江苏省淮安市经济技术开发区
枚乘东路1号

(72) 发明人 丁智超 李伯奎 李春朋 王尧

孙正杨 吴成强 李泽平

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司

32200

代理人 孟丽娜

(51) Int. Cl.

F28D 7/16 (2006.01)

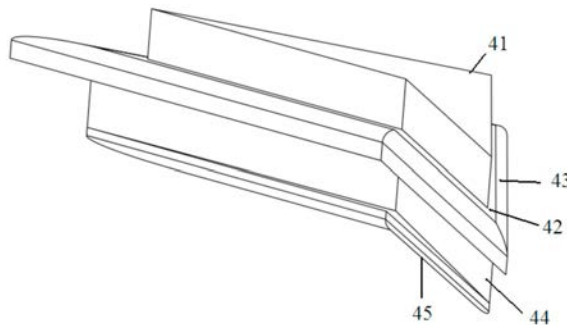
权利要求书1页 说明书5页 附图11页

(54) 发明名称

换热器用清洗防垢装置、换热器及换热器清洗防垢方法

(57) 摘要

本发明提出了一种换热器用清洗防垢装置、换热器及换热器清洗防垢方法,该装置包括圆筒、倾斜旋转翼和清洗刷丝;圆筒套设于换热管,倾斜旋转翼包括V型旋转翼,旋转翼的两翼之间大于90度设置;旋转翼倾斜设置;旋转翼的内侧面靠近换热器的进水口设置;旋转翼靠近圆筒的一侧面固定于外安装片,外安装片靠近圆筒的一侧面上设置一V型的前连接片和一V型的后连接片;前连接片和后连接片组成的整体与槽孔配合;前连接片和后连接片之间形成变形间隙;清洗刷丝固定于外安装片靠近圆筒的一侧面且位于前连接片和后连接片之间。本发明可实时对换热管外壁上的水垢进行自动清理,且换热器工作和水垢清洗清洗工作可同时进行。



1. 一种换热器用清洗防垢装置,其特征在于,包括:

圆筒,套设于换热器中的换热管,所述圆筒上开设用于安装倾斜旋转翼的槽孔;所述槽孔为通孔;

倾斜旋转翼,包括一V型旋转翼,所述旋转翼的两翼之间大于90度设置;所述旋转翼倾斜设置;所述旋转翼的内侧面靠近换热器的进水口设置;所述旋转翼靠近圆筒的一侧面固定于一外安装片,所述外安装片的外边缘包裹一外安装扣;所述外安装扣的顶端与所述旋转翼的顶端对应设置;所述外安装扣的外边缘位于所述旋转翼的外部;所述外安装片靠近圆筒的一侧面上设置一V型的前连接片和一V型的后连接片,所述前连接片和后连接片的顶端均与所述旋转翼的顶端对应设置;所述前连接片和后连接片组成的整体,与所述槽孔配合;所述前连接片和后连接片之间形成变形间隙;所述前连接片和后连接片朝向圆筒的一侧面均设置一内止退扣,所述内止退扣均朝所述倾斜旋转翼的外部延伸;所述内止退扣的顶端与所述旋转翼的顶端对应设置;

清洗刷丝,固定于所述外安装片靠近圆筒的一侧面且位于所述前连接片和后连接片之间;所述清洗刷丝伸出所述倾斜旋转翼并与所述换热管接触。

2. 根据权利要求1所述的换热器用清洗防垢装置,其特征在于,所述旋转翼由金属材料制成;所述旋转翼的一内侧面与圆筒的轴心线之间成锐角设置,所述旋转翼的另一内侧面与圆筒的轴心线之间成钝角设置。

3. 根据权利要求1所述的换热器用清洗防垢装置,其特征在于,所述外安装扣朝向前连接片的一侧贴合所述圆筒的外壁。

4. 根据权利要求1所述的换热器用清洗防垢装置,其特征在于,所述内止退扣朝向前连接片的一侧贴合所述圆筒的内壁;所述清洗刷丝由尼龙材料制成。

5. 根据权利要求1所述的换热器用清洗防垢装置,其特征在于,所述旋转翼的内侧面垂直于所述外安装片;所述前连接片、后连接片均垂直于所述外安装片。

6. 根据权利要求1所述的换热器用清洗防垢装置,其特征在于,所述圆筒上开设用于散热的孔。

7. 一种换热器,包括折流板,其特征在于,还包括权利要求1~6之任一项所述的换热器用清洗防垢装置,相邻所述折流板之间换热管上均安装所述换热器用清洗防垢装置。

8. 一种换热器清洗防垢方法,基于权利要求7所述的换热器,其特征在于,包括:在换热器的进水口处通入水,水进入换热器的壳体中并冲击各个旋转翼的内侧面,旋转翼带动圆筒绕换热管转动,与换热管接触的清洁刷丝随圆筒旋转以清洁换热管外壁上的水垢。

换热器用清洗防垢装置、换热器及换热器清洗防垢方法

技术领域

[0001] 本发明属于换热器技术领域,尤其涉及一种换热器用清洗防垢装置、换热器及换热器清洗防垢方法。

背景技术

[0002] 换热器(Heat exchanger)是制冷系统的机件,能把气体或蒸气转变成液体,将换热管中的热量以很快的速度传到换热管附近的空气中。但由于换热器大多以水为载热体,在换热器使用过程中,由于某些盐类在温度升高时会从水中结晶析出,进而附着与换热管的外表面形成水垢。而水垢存在以下危害:1)污垢层导热系数很低,因而增加了传热热阻,降低了换热器的传热效率;2)当换热设备表面有结垢层出现时,换热器中流体通道的过流面积将减少,导致流体流过换热器时阻力增加,从而增加泵功率,导致生产成本增加。因此,水垢的出现会大大影响换热器效率,甚至导致换热器损坏。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种换热器用清洗防垢装置、换热器及换热器清洗防垢方法,可实时对换热管外壁上的水垢进行自动清理,且换热器工作和水垢清洗清洗工作可同时进行。为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0004] 一种换热器用清洗防垢装置,包括:

[0005] 圆筒,套设于换热器中的换热管,所述圆筒上开设用于安装倾斜旋转翼的槽孔;所述槽孔为通孔;

[0006] 倾斜旋转翼,包括一V型旋转翼,所述旋转翼的两翼之间大于90度设置;所述旋转翼倾斜设置;所述旋转翼的内侧面靠近换热器的进水口设置;所述旋转翼靠近圆筒的一侧面固定于一外安装片,所述外安装片的外边缘包裹一外安装扣;所述外安装扣的顶端与所述旋转翼的顶端对应设置;所述外安装扣的外边缘位于所述旋转翼的外部;所述外安装片靠近圆筒的一侧面上设置一V型的前连接片和一V型的后连接片,所述前连接片和后连接片的顶端均与所述旋转翼的顶端对应设置;所述前连接片和后连接片组成的整体,与所述槽孔配合;所述前连接片和后连接片之间形成变形间隙;所述前连接片和后连接片朝向圆筒的一侧面均设置一内止退扣,所述内止退扣均朝所述倾斜旋转翼的外部延伸;所述内止退扣的顶端与所述旋转翼的顶端对应设置;

[0007] 清洗刷丝,固定于所述外安装片靠近圆筒的一侧面且位于所述前连接片和后连接片之间;所述清洗刷丝伸出所述倾斜旋转翼并与所述换热管接触。

[0008] 优选地,所述旋转翼由金属材料制成;所述旋转翼的一内侧面与圆筒的轴心线之间成锐角设置,所述旋转翼的另一内侧面与圆筒的轴心线之间成钝角设置。

[0009] 优选地,所述外安装扣朝向前连接片的一侧贴合所述圆筒的外壁。

[0010] 优选地,所述内止退扣朝向前连接片的一侧贴合所述圆筒的内壁;所述清洁刷丝由尼龙材料制成。

[0011] 优选地,所述旋转翼的内侧面垂直于所述外安装片;所述前连接片、后连接片均垂直于所述外安装片。

[0012] 优选地,所述圆筒上开设用于散热的孔。

[0013] 一种换热器,包括折流板,还包括换热器用清洗防垢装置,相邻所述折流板之间换热管上均安装所述换热器用清洗防垢装置。

[0014] 一种换热器清洗防垢方法,基于所述的换热器,包括:在换热器的进水口处通入水,水进入换热器的壳体中并冲击各个旋转翼的内侧面,旋转翼带动圆筒绕换热管转动,与换热管接触的清洁刷丝随圆筒旋转以清洁换热管外壁上的水垢。

[0015] 与现有技术相比,本发明的优点为:

[0016] (1) 该装置可以实时对换热管上的结进行清洗,同时可预防除垢形成,从而降低了换热管管壁的传热热阻,换热效率高。

[0017] (2) 该装置在运行时便可对进行清洗除垢工序,避免了换热器再次清洗,提高了工作效率。

[0018] (3) 倾斜旋转翼采用可拆卸可更换,更好的节省了清洗除垢成本,且所有清洗刷丝组成的整体也为倾斜环状,在最大程度上实现换热管清洗。

[0019] (4) 未安装倾斜旋转翼的槽孔可以实现换热管与冷凝介质直接接触,且换热管与清洗刷丝之间采用设置活动间隙,换热效率高。

附图说明

[0020] 图1为现有技术中换热器的内部结构示意图;

[0021] 图2为应用换热器用清洗防垢装置的换热器内部结构示意图;

[0022] 图3为换热器用清洗防垢装置的主视图;

[0023] 图4为图3的左视图;

[0024] 图5为图3的局部剖视图;

[0025] 图6为旋转翼的俯视图;

[0026] 图7为倾斜旋转翼的一立体图;

[0027] 图8为倾斜旋转翼的又一立体图;

[0028] 图9为旋转翼的立体图;

[0029] 图10为倾斜旋转翼的局部俯视图;

[0030] 图11为倾斜旋转翼和清洁刷丝组成整体的侧视图;

[0031] 图12为倾斜旋转翼安装方式示意图;

[0032] 图13为换热器用清洗防垢装置的工作方式示意图;

[0033] 图14为换热器用清洗防垢装置的工作速度云图;

[0034] 图15为换热器用清洗防垢装置工作时YZ截面速度分布云图;

[0035] 图16为换热器用清洗防垢装置的工作压力云图;

[0036] 图17为换热器用清洗防垢装置工作各方向残差线性化结果。

[0037] 其中,1-壳体,2-折流板,3-换热管,4-换热器用清洗防垢装置,40-圆筒,41-旋转翼,42-外安装片,43-外安装扣,44-前连接片,45-内止退扣,46-后连接片,47-槽孔,48-清洗刷丝。

具体实施方式

[0038] 下面将结合示意图对本发明进行更详细的描述,其中表示了本发明的优选实施例,应该理解本领域技术人员可以修改在此描述的本发明,而仍然实现本发明的有利效果。因此,下列描述应当被理解为对于本领域技术人员的广泛知道,而并不作为对本发明的限制。

[0039] 如图1~13所示,一种换热器,包括折流板2、壳体1、换热管3和换热器用清洗防垢装置4,相邻折流板2之间的换热管3上均安装换热器用清洗防垢装置4。其中,括折流板2、壳体1和换热管3之间的位置关系、安装方式为现有技术,在此不再赘述。其中,折流板2之间的换热管3管长300mm,直径25mm。

[0040] 换热器用清洗防垢装置4,包括圆筒40、倾斜旋转翼和清洗刷丝48。

[0041] 具体的,圆筒40套设于换热器中的换热管3,圆筒40上开设用于安装倾斜旋转翼的槽孔47,具体的,倾斜旋转翼和圆筒40之间可拆卸配合,即倾斜旋转翼可卡入槽孔47内;槽孔47为通孔以连通圆筒40内部。进一步地,圆筒40上还开设用于散热的孔,可以实现换热管3与水(冷凝介质)直接接触。在本实施例中,圆筒40内径30mm,外径35mm。

[0042] 倾斜旋转翼,整体为一V型结构,包括由外向内依次设置的V型旋转翼41、外安装片42、V型的前连接片44和后连接片46组成的整体。其中,前连接片44和后连接片46围成的间隙内设置清洁刷丝;外安装片42上设置外安装扣43,前连接片44和后连接片46上均设置内止退扣45。在本实施例中,“内”方向是指朝向圆筒40内部的方向;“前”方向是指朝向壳体1进水口的方向。

[0043] 旋转翼41的两翼之间大于90度设置,具体的,外侧两边长为13.5mm,外侧角度为148°,内侧边长为15mm,内侧角度为120°,如图6所示;旋转翼41倾斜设置,即关于圆筒40的轴心线,旋转翼41呈非对称设置,以使得旋转翼41的两翼,所承受的水流湍流动能不同,在动能差的作用下,旋转翼41带动圆筒40绕换热管30旋转,其中承受水流湍流动能相对小的一个翼,相对于只有一个翼的旋转翼,可增加旋转翼41与圆筒40之间的连接强度;旋转翼41的内侧面靠近换热器的进水口设置;旋转翼41靠近圆筒40的一侧面固定于一外安装片42。进一步地,旋转翼41由金属材料制成;旋转翼41的一内侧面与圆筒40的轴心线之间成锐角设置,旋转翼41的另一内侧面与圆筒40的轴心线之间成钝角设置。旋转翼41的内侧面垂直于外安装片42。优选地,所有旋转翼41沿圆筒40呈螺旋分布,以提高圆筒40的旋转速度。

[0044] 外安装片42的外边缘包裹一外安装扣43;外安装扣43的顶端与旋转翼41的顶端对应设置;外安装扣43的外边缘位于旋转翼41的外部;外安装片42靠近圆筒40的一侧面上设置一V型的前连接片44和一V型的后连接片46。

[0045] 前连接片44和后连接片46的顶端均与旋转翼41的顶端对应设置;前连接片44和后连接片46组成的整体与槽孔47配合,即前连接片44和后连接片46组成的整体安装于槽孔47中;前连接片44和后连接片46之间形成变形间隙;进一步地,前连接片44、后连接片46均垂直于外安装片42;前连接片44和后连接片46朝向圆筒40的一侧面均设置一内止退扣45,内止退扣45均朝倾斜旋转翼的外部延伸;内止退扣45的顶端与旋转翼41的顶端对应设置。如图12所示,倾斜旋转翼安装时,手按压前连接片44和后连接片46,前连接片44朝后连接片46方向微变形、后连接片46朝前连接片44方向微变形,而变形间隙可容纳上述微变形,前连接片44和后连接片46微变形后,两内止退扣45之间的距离减小,将两内止退扣45塞入槽孔47

后,并朝圆筒40内部方向按压旋转翼41,当内止退扣45穿过槽孔47并进入圆筒40内部后,此时两止推扣回复原状并卡在圆筒40内部上,前连接片44和后连接片46进入槽孔47内与槽孔47配合完成,即内止退扣45朝向前连接片44的一侧贴合圆筒40的内壁;外安装扣43朝向前连接片44的一侧贴合圆筒40的外壁,以实现将倾斜旋转翼安装于圆筒40的槽孔47内。

[0046] 清洗刷丝48,固定于外安装片42靠近圆筒40的一侧面且位于前连接片44和后连接片46之间;清洗刷丝48伸出倾斜旋转翼并与换热管3接触。优选地,清洁刷丝呈环状分布且由尼龙材料制成,具有更好的耐腐蚀以及导热性,不会影响换热器换热效率,并且尼龙材料也不会对换热管3外壁造成摩擦损伤,保护换热管3。清洁刷丝呈环状分布,可将圆筒40包绕在换热管3上,实现均匀除垢。

[0047] 该换热器用清洗防垢装置4的工作原理:当换热器工作时,在换热器的进水口处通入水,由于水平流向水进入换热器的壳体1中,水流在壳体1内部沿换热管3方向流动并冲击各个旋转翼41的内侧面,使旋转翼41产生反向方向冲力,使旋转翼41带动圆筒40绕换热管3转动,即在水流湍流动能的作用下,旋转翼41带动圆筒40绕换热管3转动,与换热管3接触的清洁刷丝随圆筒40旋转以清洁换热管3外壁上的水垢。

[0048] 如图14~17所示,进一步验证了该换热器用清洗防垢装置4提高热有效性。

[0049] 步骤1:建立换热器用清洗防垢装置4的三维模型。

[0050] 根据换热器工作情况,模拟壳程与管程流体流动。具体的,根据化工物性换热器几何参数和基本工作工况,设置参数如下:换热管3内径25mm,相邻折流板2间换热管3长300mm,折流板2厚度5mm,壳程流体为 NH_3 、 CO_2 和 H_2O 的混合气流,换热管3进口温度为452K,进口流体密度 $4.6\text{Kg}/\text{m}^3$,壳程流体比热容为 $1765\text{J}/(\text{Kg}\cdot\text{k})$,管程流体为循环水,温度为298K,采用圆筒40式。

[0051] 步骤2:通过Fluent对管程的三维模拟,获取整个换热器内流体的速度云图和压力云图。

[0052] (1)首先基于Fluent软件中的3D模型求解器,选择应力求解法,湍流模型采用标准 $k-\epsilon$ 模型方程,利用Simple算法实现压力与速度的耦合。其中,管程流体进口速度为 $1.5\text{m}/\text{s}$,温度为280K,换热管3管壁设为恒温,温度为298K。该步骤为现有技术,在此不再赘述。

[0053] (2)之后求解等效强度应力和总传热系数K。

[0054] 等效强度应力为了模拟分析换热器用清洗防垢装置4工作时,受力可行性及使用周期,即公式(1)中三个编号1~3的主应力,由3D模型求解器求解;总传热系数K的作用进行换热器用清洗防垢装置4是否影响原有换热效率可行性计算,即需要将总传热系数K求出并带入3D模型求解器中求解,以获取换热管3的压降。

[0055] 应力公式根据最大拉应力理论、最大伸长应变理论和最大切应力理论,即第一二三强度理论,由拉美公式计算三个主应力后。三个主应力求解过程为现有技术,最后根据强度理论求得Mises等效强度应力 σ_m 。

$$[0056] \quad \sigma_m = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \quad (1)$$

[0057] 在换热器稳态运行条件下,传热过程的强度可以用总传热系数K表示,其计算公式为:

$$[0058] \quad K = \left(\frac{1}{\alpha_1} + \gamma_{d1} + \frac{H}{\lambda} + \gamma_{d2} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^{-1} \quad (2)$$

[0059] 其中, α_1 和 α_2 为换热器通道内传热系数, γ_{d1} 和 γ_{d2} 为换热表面 (此处为光滑表面, $\gamma_{d1} = \gamma_{d2} = 0$) 结垢引起的热阻, H 为圆筒40的壁厚, λ 为该换热器用清洗防垢装置4的导热系数, 换热器用清洗防垢装置4各个部分的材料相同。由此可知, 总传热系数 K 为一常数。

[0060] 由图16可知, 采用换热器用清洗防垢装置4后, 可以减少壳程流体对换热管3的压力, 增加换热管3的使用寿命, 但是由于流速增大, 换热器用清洗防垢装置4的旋转力也随之增大, 压降也就随之增大, 压降略大于现有换热器装置, 即现有换热器中换热管3压降为0.27kpa, 安装换热器用清洗防垢装置4后换热管3压降为0.287kpa。

[0061] 如图14, 为换热器用清洗防垢装置4工作时速度云图, 图中旋转翼41旋转带动圆筒40旋转, 实现换热器用清洗装置4自动旋转清洗。通过对换热器用清洗防垢装置4模拟分析, 并取其一截面 yz 视图, 如图15、16。图17为换热器用清洗防垢装置4各个方向所受残差线性化分析结果图, 由图17可知, 各轴方向所受力呈现周期性变化, 其中, 横坐标是累积迭代数, 纵坐标是绝对收敛范数。

[0062] 换热器用清洗防垢装置4的 YZ 截面呈现周期性变化, 换热器用清洗防垢装置4的旋转, 使得壳程内流体流速与流体流向不断变化, 增强了换热器内部流体的流动, 从而减小了压降, 也使得流体在雷诺数较小的情况下能够快速达到湍流状态, 使得流体质点能够充分混合, 减少层流内层甚至发生破坏, 使得传热效率大大增加。

[0063] 由图13压力模拟分析可见, 该装置在很大程度上可以减少外部冷却介质压力过大问题, 可以实现换热器高压情况下工作。

[0064] 根据能量方程对分析换热器用清洗防垢装置4工作时各个方向所受残差线性化分析如图17, 可以实现清洗除垢装置平稳运行。

[0065] 上述仅为本发明的优选实施例而已, 并不对本发明起到任何限制作用。任何所属技术领域的技术人员, 在不脱离本发明的技术方案的范围, 对本发明揭露的技术方案和技术内容做任何形式的等同替换或修改等变动, 均属未脱离本发明的技术方案的内容, 仍属于本发明的保护范围之内。

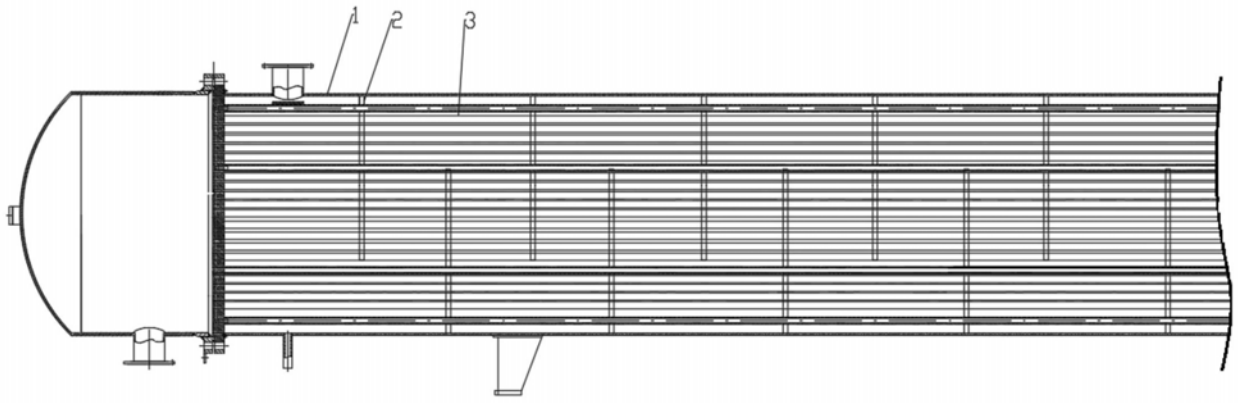


图1

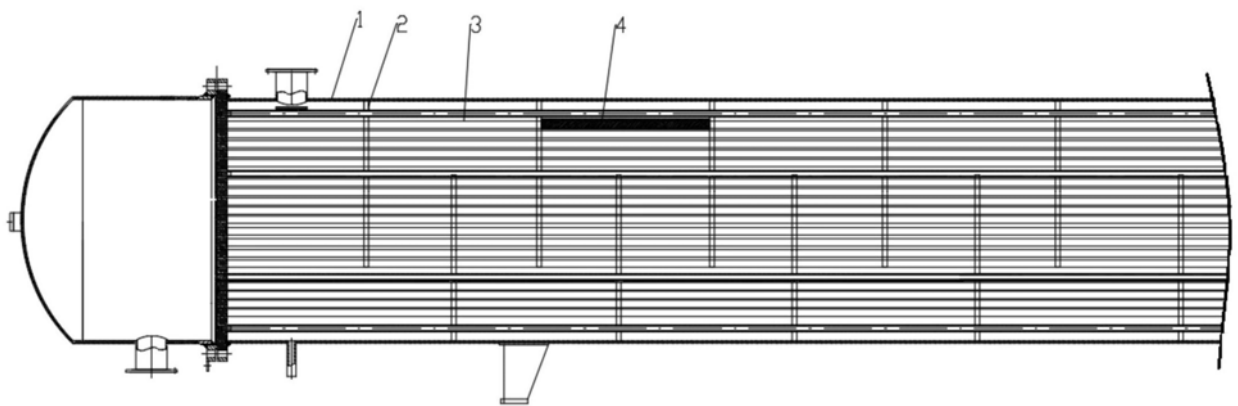


图2

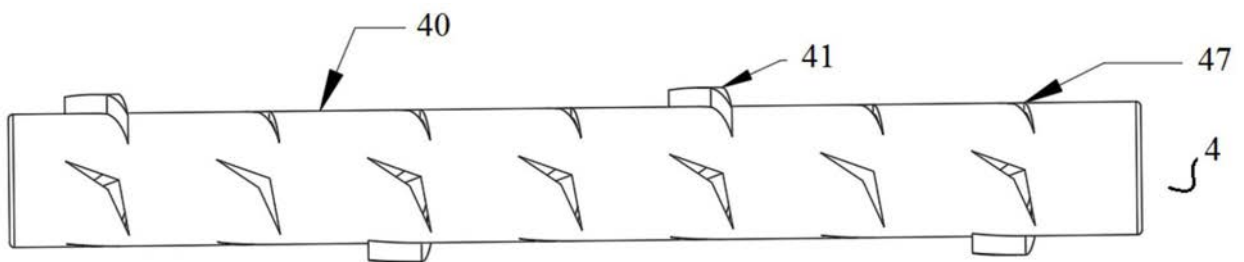


图3

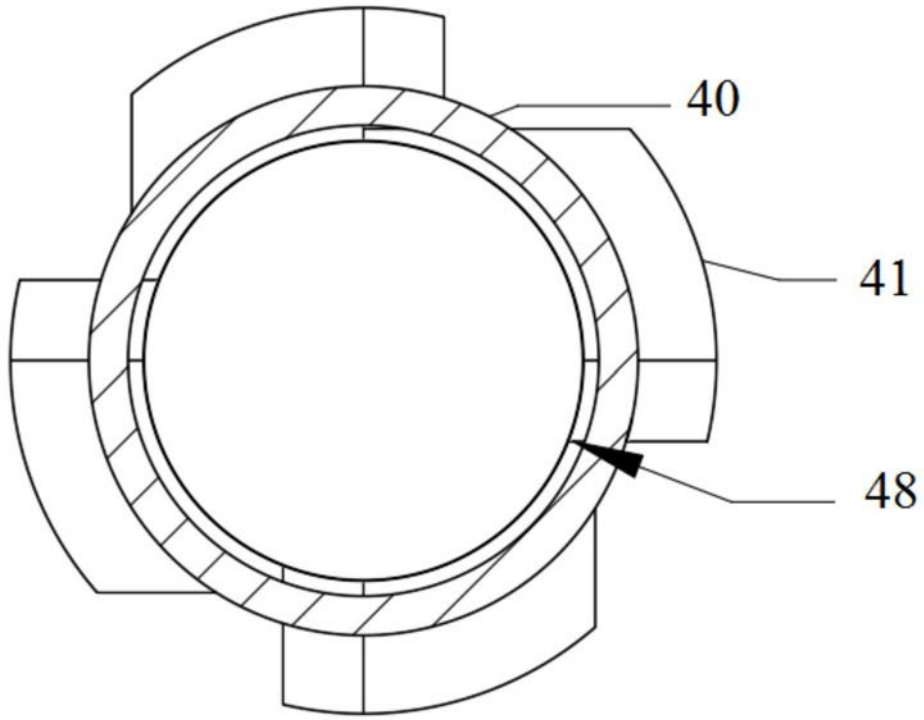


图4

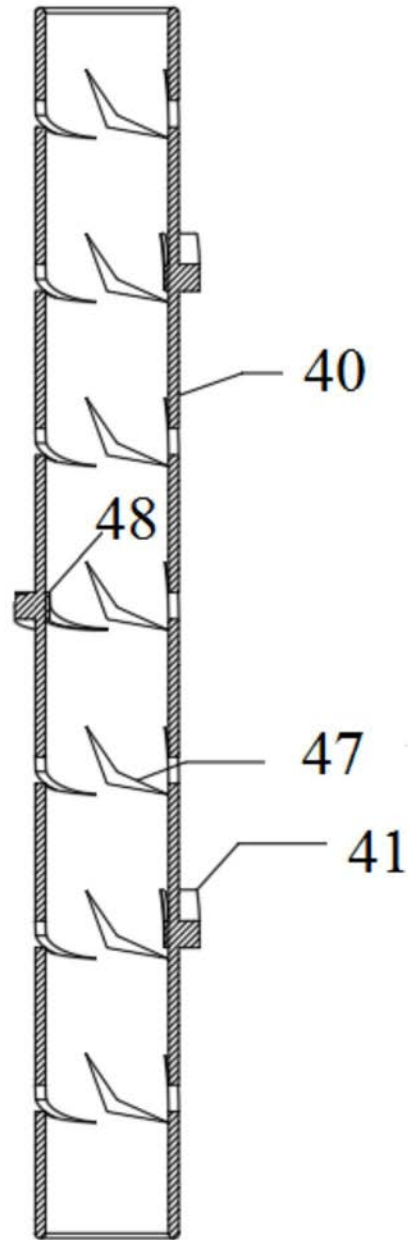


图5

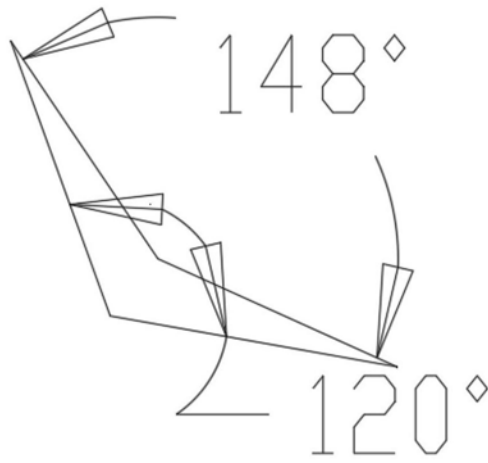


图6

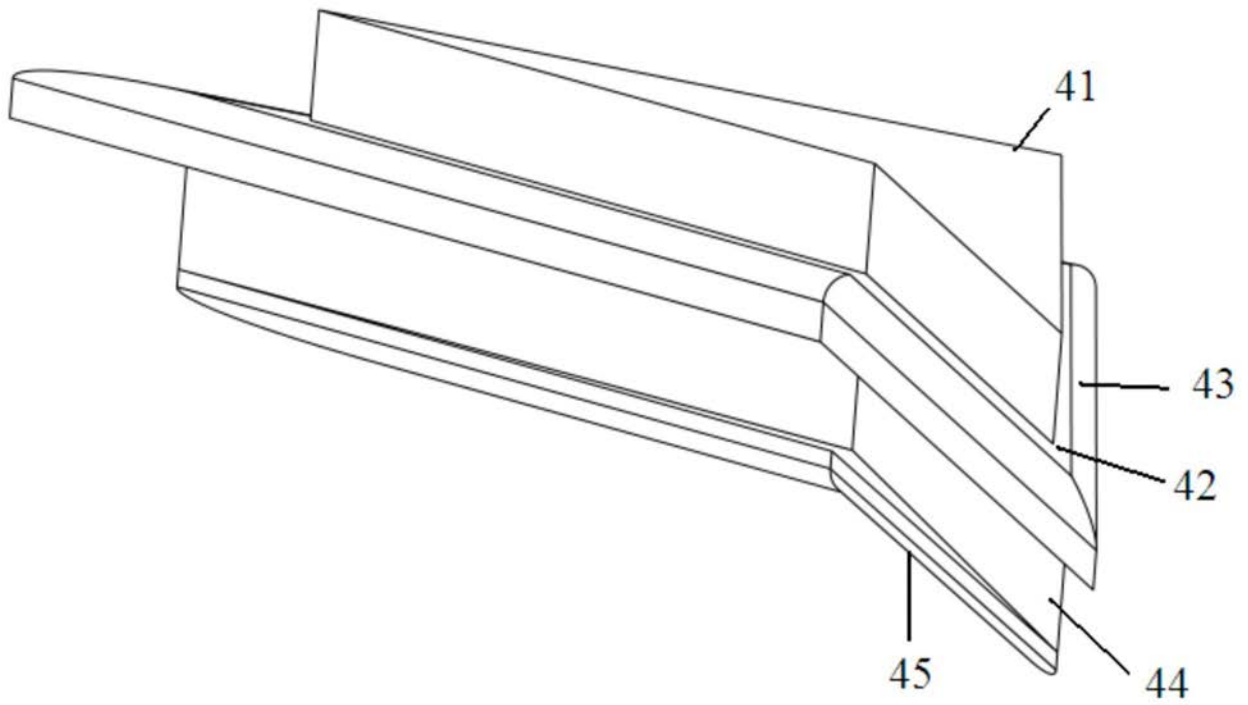


图7

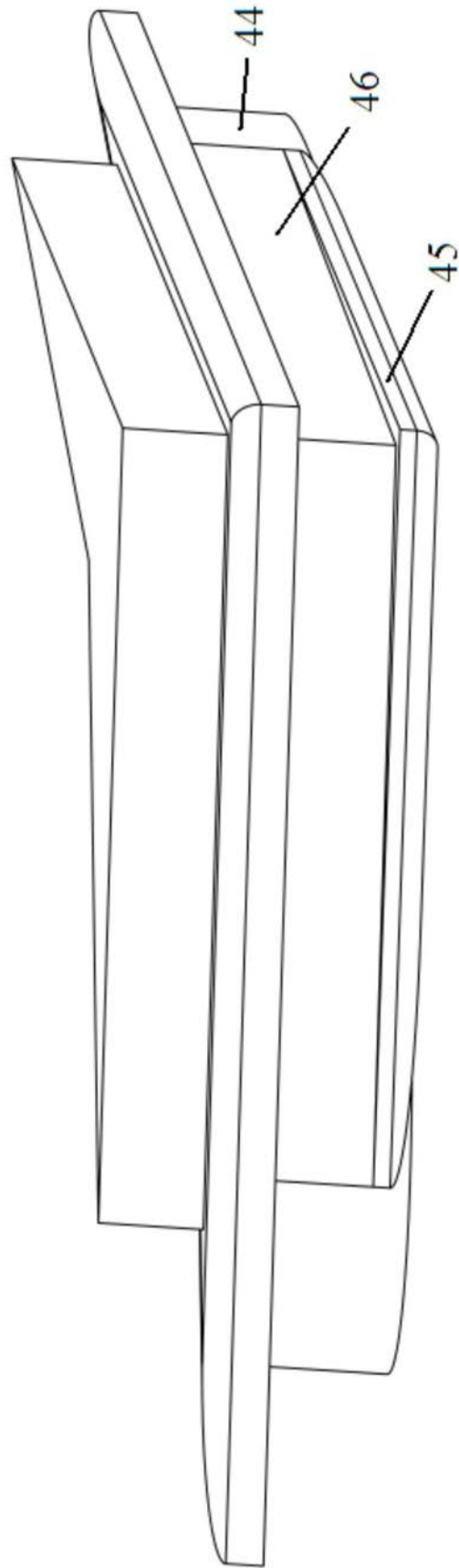


图8

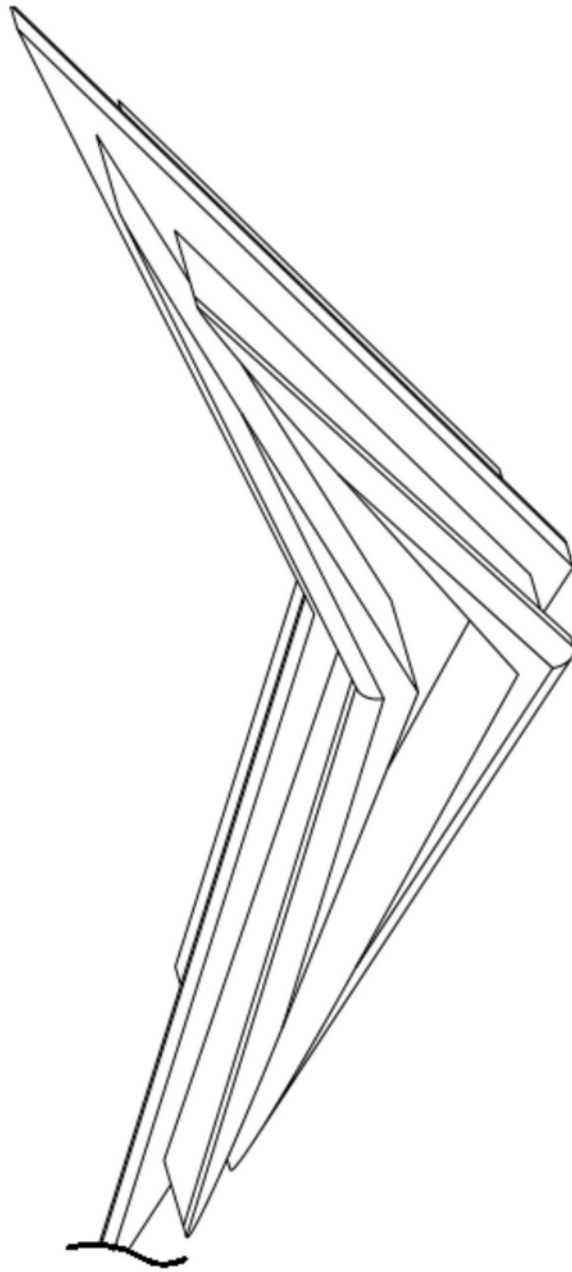


图9

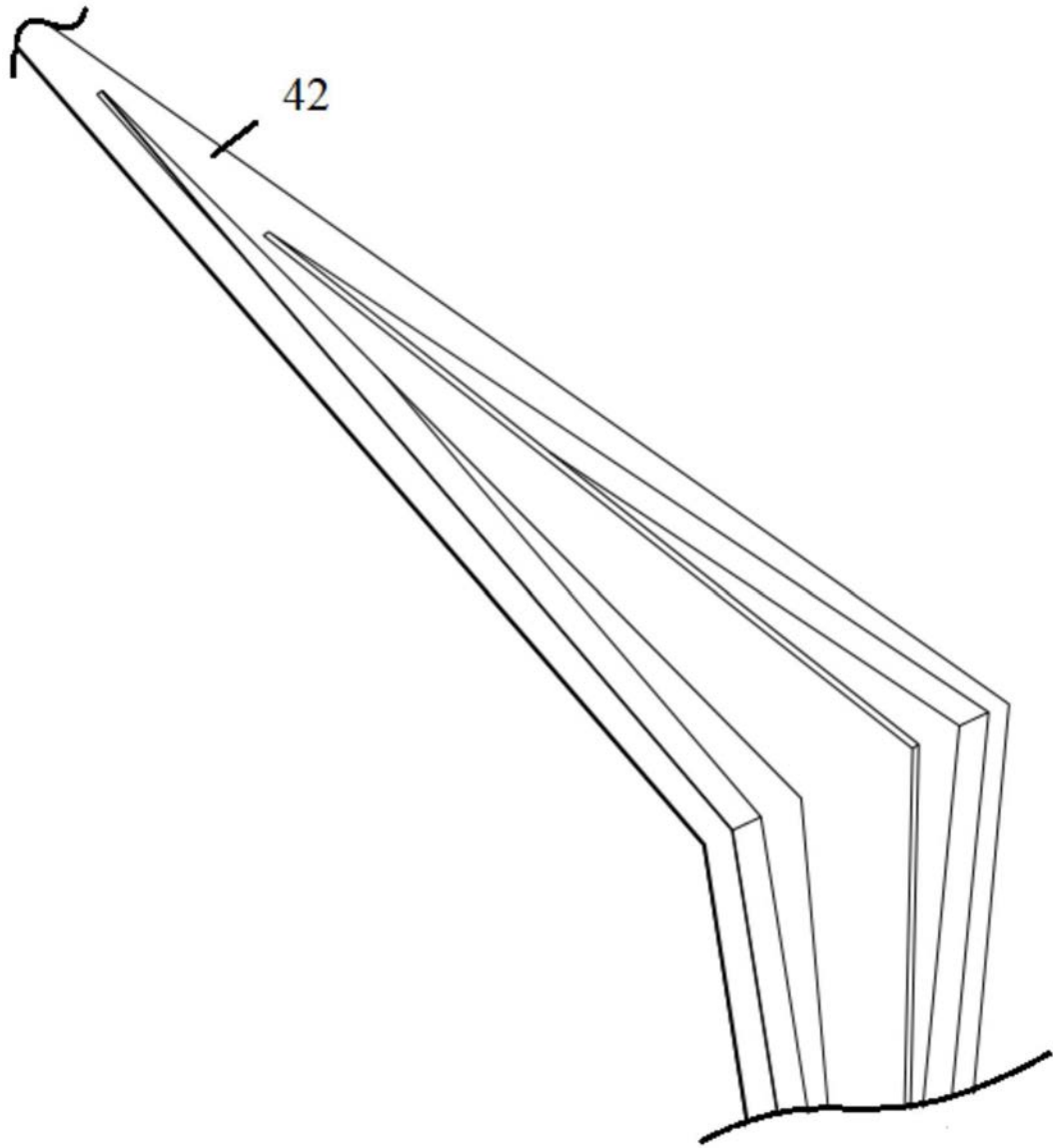


图10

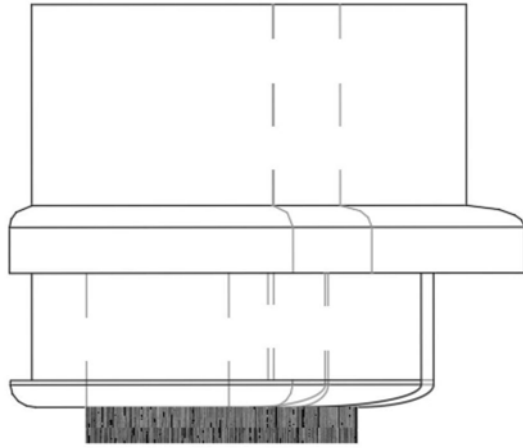


图11

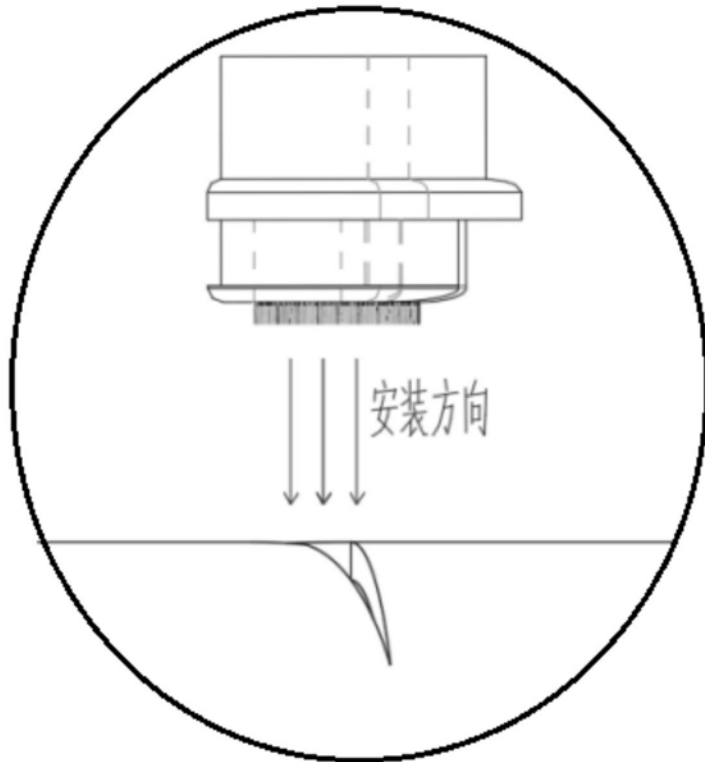


图12

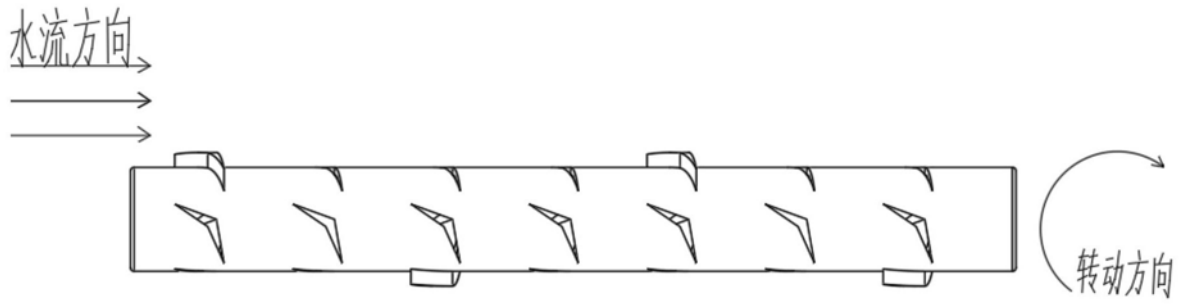


图13

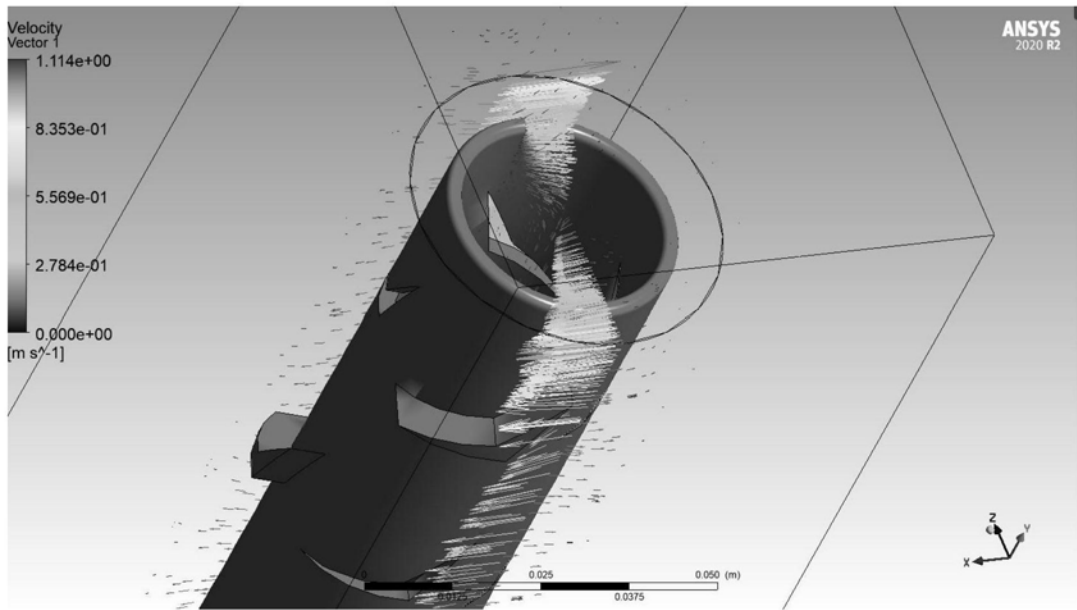


图14

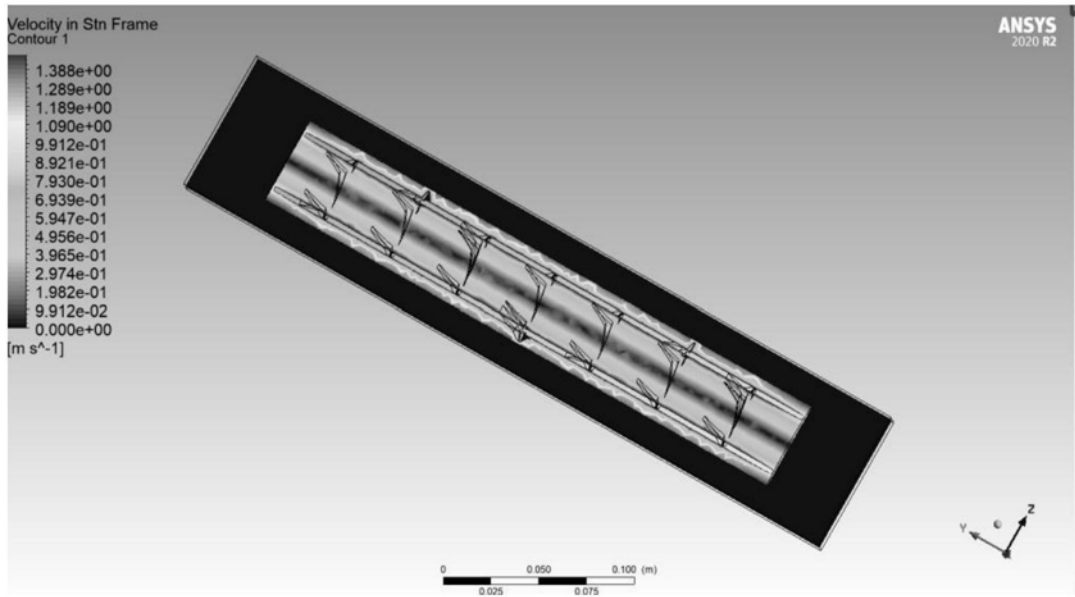


图15

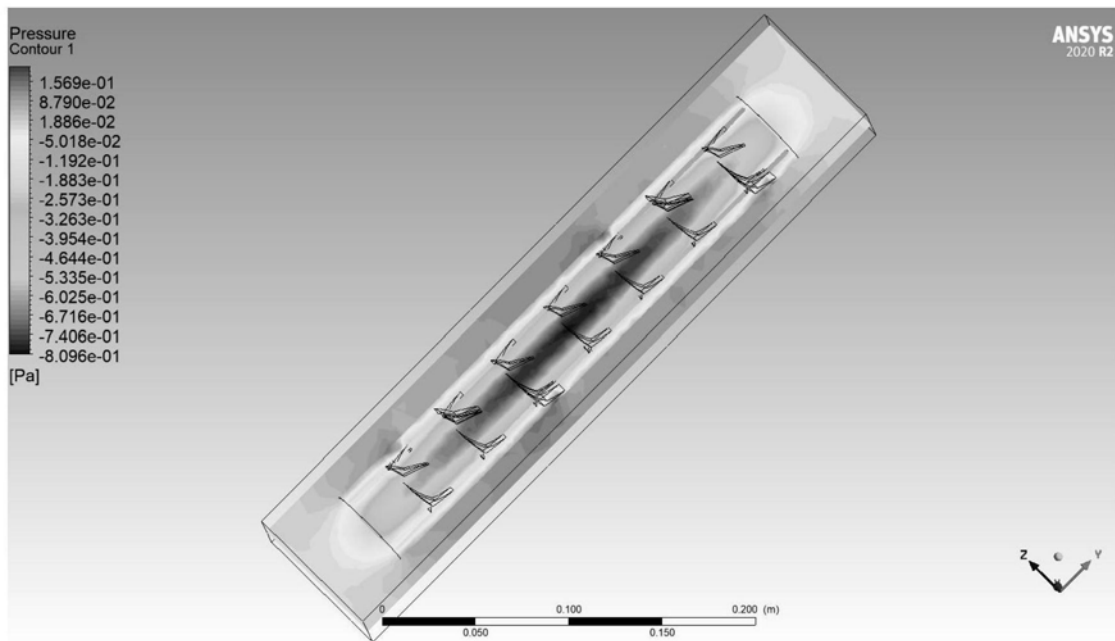


图16

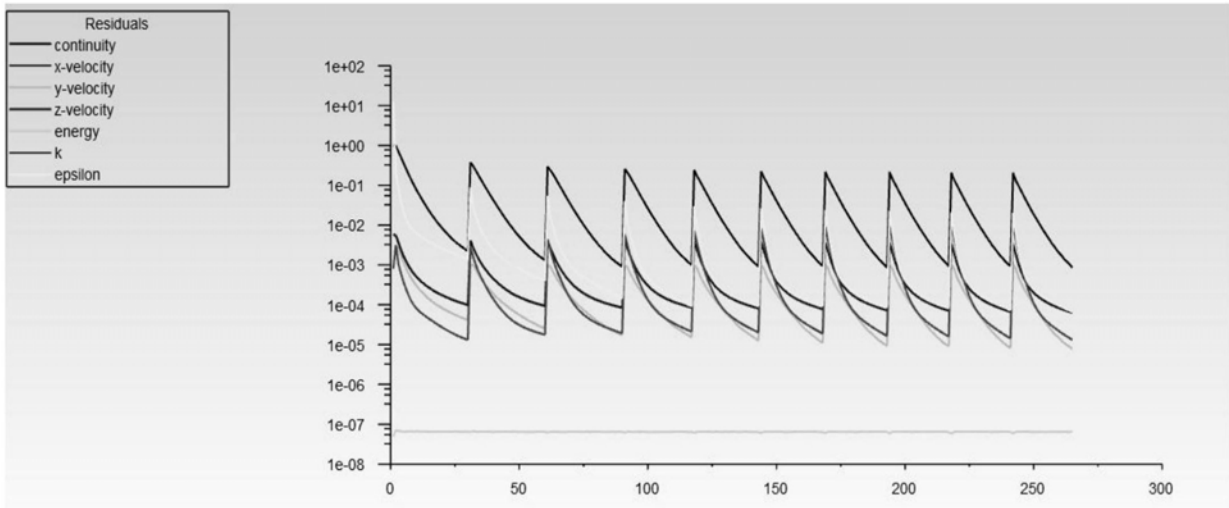


图17