



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110849184 A

(43)申请公布日 2020.02.28

(21)申请号 201911105539.2

(22)申请日 2019.11.13

(71)申请人 佛山科学技术学院

地址 528000 广东省佛山市禅城区江湾一路18号

(72)发明人 刘丽 黄德斌

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务有限公司 44205

代理人 朱继超

(51) Int. Cl.

F28D 7/16(2006.01)

F28F 9/24(2006.01)

F28F 9/013(2006.01)

F28F 21/08(2006.01)

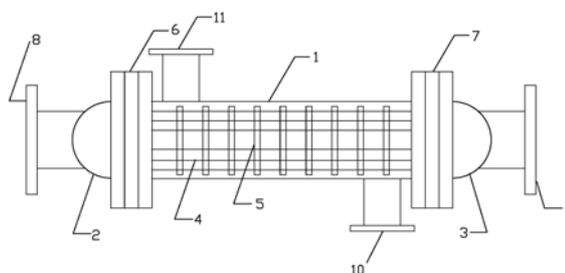
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种全旋流管壳式换热器

(57)摘要

本发明公开了一种全旋流管壳式换热器,换热管的外表面设有螺旋形凹槽,换热管内表面设有与外表面螺旋形凹槽相对应的螺旋形凸起;采用由圆环和旋流管组成的旋流环作为换热管支撑物,除了对换热管起到支撑作用外,还可供流体通过,使壳程流体呈轴向流动。支撑结构的旋流管、换热管外表面的螺旋形凹槽和换热管内表面的螺旋形凸起的协同作用,壳程和管程流体都呈螺旋流动,形成全旋流换热,壳程流体由近壁至流体主体、管内贴壁流体至管中心流体都产生置换作用,大大强化了壳程和管程流体的换热,提高了换热器总的换热系数;由于壳程和管程流体都是轴向流动,换热器可以设计成纯逆流流动形式,增大传热温差,从而进一步提高了总的换热系数。



1. 一种全旋流管壳式换热器,包括壳体、前封头、后封头、换热管、换热管支撑物、左管板、右管板、管程入口、管程出口、壳程入口和壳程出口,所述左管板和右管板置于所述壳体的两端,所述换热管和所述换热管支撑物设置在壳体内,所述换热管的轴线与所述壳体的轴线平行,所述壳体的两端与左管板和右管板及前封头和后封头分别固定连接,其特征在于,所述换热管的外表面设有螺旋形凹槽,所述换热管的内表面设有与所述螺旋形凹槽相对应的螺旋形凸起,所述换热管支撑物包括设在支撑结构外围的圆环和设在圆环内的若干旋流管,所述旋流管呈正方形排列,所述旋流管的间距等于换热管的间距,相邻的所述旋流管之间通过钢片焊接连接,靠近圆环的旋流管与圆环之间通过钢片焊接连接,相邻的4个旋流管及其连接的钢片共同围成供换热管穿过的通孔,且相邻的4个旋流管的外壁与所述换热管的外壁相切,对穿过通孔的换热管进行夹持,形成对换热管的支撑。

2. 根据权利要求1所述的全旋流管壳式换热器,其特征在于,所述螺旋形凹槽的螺距为5~20mm,槽深为0.2~1.0mm,螺旋角为 $15^{\circ}$ ~ $75^{\circ}$ ,所述螺旋形凹槽的截面形状为半圆形。

3. 根据权利要求1所述的全旋流管壳式换热器,其特征在于,所述螺旋形凹槽由金属材料圆管通过机床轧制而成,同时在所述换热管的内表面形成螺旋形凸起。

4. 根据权利要求1所述的全旋流管壳式换热器,其特征在于,所述旋流管的轴线与所述圆环的轴线平行,所述旋流管的长度与所述圆环的高度相等,取值范围为10mm~100mm。

5. 根据权利要求1所述的全旋流管壳式换热器,其特征在于,所述旋流管包括圆管和设置在圆管内部的旋流片,所述圆管采用无缝钢管,所述旋流片由宽度为所述圆管的内径、长度为所述圆管的长度的矩形钢片扭曲而成,端面形状为S形,所述旋流片的中轴线与所述圆管的轴线重合,所述旋流片与所述圆管的连接方式为焊接。

6. 根据权利要求1所述的全旋流管壳式换热器,其特征在于,所述圆环采用钢材。

## 一种全旋流管壳式换热器

### 技术领域

[0001] 本发明属于传热设备领域,具体涉及一种全旋流管壳式换热器。

### 背景技术

[0002] 传统的管壳式换热器结构主要由壳体、换热管、管束支撑物、两端管板、两端封头、壳程及管程进出口接管共同连接构成,换热管为光滑管,管间支撑物为弓形折流板,使用弓形折流板作为支撑结构时,壳程流体呈S型流向,容易产生流动死角,死角内的流体几乎处于停滞状态,传热面积无法被充分利用,从而导致壳程传热系数低、易结垢、流体阻力大,并且当流体横向流过管束时,还可能使管子产生诱导振动,破坏管子及其与管板连接的可靠性。同时,换热管为光滑管,传热系数小,特别是当以气体为传热介质时,传热系数会更小,传热效率低。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的问题之一。为此,本发明提出了一种全旋流管壳式换热器,换热管的外表面设有螺旋形凹槽,换热管内表面设有与外表面螺旋形凹槽相对应的螺旋形凸起,流体在换热管的外表面和内表面呈螺旋流动;采用由圆环和旋流管组成的旋流环作为换热管支撑物,除了对换热管起到支撑作用外,还可供流体通过,使壳程流体沿换热管轴向呈旋流流动。支撑结构的旋流管、换热管外表面的螺旋形凹槽和换热管内表面的螺旋形凸起的协同作用,换热管内外流体都呈螺旋流动,形成全旋流换热,壳程流体由近壁至流体主体、管程贴壁流体至管中心流体都产生置换作用,大大强化了管内外流体的换热,提高了换热器总的换热系数。

[0004] 本发明解决其技术问题的解决方案是:一种全旋流管壳式换热器,包括壳体、前封头、后封头、换热管、换热管支撑物、左管板、右管板、管程入口、管程出口、壳程入口和壳程出口,所述左管板和右管板置于所述壳体的两端,所述换热管和换热管支撑物设置在壳体内,所述换热管的轴线与所述壳体的轴线平行,所述壳体的两端与左管板和右管板及前封头和后封头分别固定连接,所述换热管的外表面设有螺旋形凹槽,所述换热管的内表面设有与所述外表面螺旋形凹槽相对应的螺旋形凸起,所述换热管支撑物包括设在支撑结构外围的圆环和设在圆环内的若干旋流管,所述旋流管呈正方形排列,所述旋流管的间距等于换热管的间距,相邻的所述旋流管之间通过钢片焊接连接,靠近圆环的旋流管与圆环之间通过钢片焊接连接,相邻的4个旋流管及其连接钢片共同围成可供换热管穿过的通孔,且相邻的4个旋流管的外壁与所述换热管的外壁相切,对穿过通孔的换热管进行夹持,形成对换热管的支撑。前封头远离壳体的一端设有管程进口,后封头远离壳体的一端设有管程出口,壳体靠近前封头的一端顶侧设有壳程出口,壳体靠近后封头的一端底侧设有壳程进口。

[0005] 作为上述技术方案的进一步改进,所述螺旋形凹槽的螺距为5~20mm,槽深为0.2~1.0mm,螺旋角为15°~75°,所述螺旋形凹槽的截面形状为半圆形。

[0006] 作为上述技术方案的进一步改进,所述螺旋形凹槽由金属材料圆管通过机床轧制

而成,同时形成所述换热管的内表面螺旋形凸起。

[0007] 作为上述技术方案的进一步改进,所述旋流管的轴线与所述圆环轴线平行,所述旋流管的长度与所述圆环的高度相等,取值范围为10mm~100mm。其中,圆环的高度,是指圆环平放时的高度。

[0008] 作为上述技术方案的进一步改进,所述旋流管包括圆管和设置在圆管内部的旋流片,所述圆管采用无缝钢管,所述旋流片由宽度为所述圆管的内径、长度为所述圆管的长度的矩形钢片扭曲而成,所述旋流片端面为S形,所述旋流片的中轴线与所述圆管的轴线相互重合,所述旋流片与所述圆管的连接方式为焊接。

[0009] 作为上述技术方案的进一步改进,所述支撑物的圆环采用钢材。

[0010] 本发明的有益效果是:本发明提供了一种全旋流管壳式换热器,换热管的外表面设有螺旋形凹槽,换热管内表面设有与外表面螺旋形凹槽相对应的螺旋形凸起,管外近壁流体在换热管外表面螺旋形凹槽的引导下,呈螺旋流动,促进近壁面流体与远壁面流体的交换,增强了管外流体的换热。管内贴壁流体顺着壁面的螺旋形凸起呈轴向螺旋流动,同时螺旋形的凸起使管内中心流体产生周期性的扰动,促进管内贴壁流体与管内中心流体的交换,从而加快由壁面至管中心流体的热量传递。增强了管内流体的换热。如果管外为蒸汽冷凝,螺旋形凹槽成为排泄冷凝液的通道,可使凹槽两边的冷凝液膜减薄,从而减少热阻,提高冷凝传热系数。

[0011] 采用由圆环和旋流管组成的旋流环作为换热管支撑物,一方面除了对换热管起到支撑作用外,还可供流体通过,使得壳程流体呈轴向流动,避免流体横向流动时对管束的冲击,减轻换热管束的振动,减小壳程流动阻力;另一方面流体流经旋流管后产生旋流,从而对壳体内的主体流体产生置换作用,同时近壁流体在换热管外表面螺旋形凹槽的引导下,也产生螺旋流,对近壁流体与主体流体产生置换作用,两者协同作用,从近壁流体到远壁流体不断产生置换作用,大大强化了壳体内流体的传热,提高了换热器总的换热效率。

[0012] 支撑结构的旋流管、换热管外表面的螺旋形凹槽和换热管内表面的螺旋形凸起的综合作用,使换热壳程和管程流体都呈螺旋流动,形成全旋流换热,壳程流体由近壁至流体主体、管程贴壁流体至管中心流体都产生置换作用,大大强化了壳程和管程流体的换热,提高了换热器总的换热系数;由于壳程和管程流体都是轴向流动,换热器可以设计成纯逆流流动形式,增大传热温差,从而进一步提高了总的换热系数。本发明结构简单、成本低,既可强化无相变流体的换热,又可强化有相变流体的换热。可应用于多种工业换热设备中,具有广泛的市场应用前景。

## 附图说明

[0013] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单说明。显然,所描述的附图只是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例,本领域的技术人员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设计方案和附图。

[0014] 图1是本发明管壳式换热器的结构示意图;

[0015] 图2是图1中换热管支撑物的结构示意图;

[0016] 图3是图1中换热管的结构示意图;

- [0017] 附图标记:
- [0018] 1-壳体;2-前封头;3-后封头;4-换热管;5-换热管支撑物;
- [0019] 6-左管板;7-右管板;8-管程入口;9-管程出口;10-壳程入口;11-壳程出口;
- [0020] 510-圆环;520-旋流管;521-旋流片;530-钢片;
- [0021] 401-螺旋形凹槽;
- [0022] p-相邻螺旋形凹槽之间的螺距;e-槽深; $\alpha$ -螺旋角。

### 具体实施方式

[0023] 以下将结合实施例和附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果进行清楚、完整地描述,以充分地理解本发明的目的、特征和效果。显然,所描述的实施例只是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例,基于本发明的实施例,本领域的技术人员在不付出创造性劳动的前提下所获得的其他实施例,均属于本发明保护的范围。另外,文中所提到的所有连接关系,并非单指构件直接相接,而是指可根据具体实施情况,通过添加或减少联接辅件,来组成更优的联接结构。本发明创造中的各个技术特征,在不互相矛盾冲突的前提下可以交互组合。

[0024] 如图1-图3所示,一种全旋流管壳式换热器,包括壳体1、前封头2、后封头3、换热管4、换热管支撑物5、左管板6、右管板7、管程入口8、管程出口9、壳程入口10和壳程出口11。所述左管板6和右管板7分别置于所述壳体1两端,所述换热管4和换热管支撑物5设置在壳体1内,所述换热管4轴线与壳体1轴线平行,所述壳体1两端与左管板6和右管板7及前封头2和后封头3分别固定连接。所述换热管4的外表面设有螺旋形凹槽401,所述换热管4内表面设有与所述外表面螺旋形凹槽401相对应的螺旋形凸起。所述换热管支撑物5包括设在支撑结构外围的圆环510和设在圆环510内的若干旋流管520,所述旋流管520呈正方形排列,所述旋流管520的间距等于换热管4的间距,相邻的所述旋流管520之间通过钢片530焊接连接,靠近圆环510的旋流管520与圆环510之间通过钢片530焊接连接,相邻的4个旋流管520及其连接钢片530共同围成可供换热管4穿过的通孔,且相邻的4个旋流管520的外壁与所述换热管4的外壁相切,对穿过通孔的换热管4进行夹持,形成对换热管4的支撑。前封头2远离壳体1的一端设有管程入口8,后封头3远离壳体1的一端设有管程出口9,壳体1靠近前封头2的一端顶侧设有壳程出口11,壳体1靠近后封头3的一端底侧设有壳程入口10。

[0025] 如上设计,换热管4的外表面设有螺旋形凹槽401,换热管内表面设有与外表面螺旋形凹槽401相对应的螺旋形凸起,管外近壁流体在换热管4外表面螺旋形凹槽401的引导下,呈螺旋流动,促进近壁面流体与远壁面流体的交换,增强了管外流体的换热。管内贴壁流体顺着壁面的螺旋形凸起呈轴向螺旋流动,同时螺旋形的凸起使管内呈轴向流动的中心流体产生周期性的扰动,促进管内贴壁流体与管内中心流体的交换,从而加快由管内壁面至管中心流体的热量传递。增强了管内流体的换热。如果管外为蒸汽冷凝,螺旋形凹槽401成为排泄冷凝液的通道,可使凹槽401两边的冷凝液膜减薄,从而减少热阻,提高冷凝传热系数。

[0026] 采用由圆环510和旋流管520组成的旋流环作为换热管支撑物5,一方面除了对换热管4起到支撑作用外,旋流管520可供流体通过,旋流管520及其连接钢片530共同围成的通孔也可供流体通过,使得壳体1内流体呈轴向流动,避免流体横向流动时对换热管4的冲

击,减轻换热管4的振动,减小壳体1内流体的流动阻力;另一方面流体流经旋流管520后产生旋流,从而对壳体1内的主体流体产生置换作用,与换热管4外表面螺旋形凹槽401的协同作用,从近壁流体到主体流体都形成旋流,不断产生置换作用,大大强化了壳体1内流体的传热,提高了换热器总的换热效率。

[0027] 支撑结构5的旋流管520、换热管4外表面螺旋形凹槽401和换热管4内表面螺旋形凸起的综合作用,使壳体1内和换热管4内外流体都呈螺旋流动,形成全旋流换热,壳程流体由近壁至流体主体、管内贴壁流体至管中心流体都产生置换作用,大大强化了壳程和管程流体的换热,提高了换热器总的换热系数;由于壳程和管程流体都是轴向流动,换热器可以设计成纯逆流流动形式,增大传热温差,从而进一步提高了总的换热系数。

[0028] 作为进一步优选的实施方式,所述螺旋形凹槽401的螺距 $p$ 为5~20mm,槽深 $e$ 为0.2~1.0mm,螺旋角 $\alpha$ 为 $15^{\circ}$ ~ $75^{\circ}$ ,所述螺旋形凹槽401的截面形状为半圆形。

[0029] 作为进一步优选的实施方式,所述螺旋形凹槽401由金属材料圆管通过机床轧制而成,同时形成所述换热管4内表面螺旋形凸起。

[0030] 作为进一步优选的实施方式,所述旋流管520的轴线与所述圆环510轴线平行,所述旋流管520的长度与所述圆环510的高度相等,圆环510的高度为圆环510平放时的高度,取值范围为10mm~100mm。

[0031] 作为进一步优选的实施方式,所述旋流管520包括圆管和设置在圆管内部的旋流片521,所述圆管采用无缝钢管,所述旋流片521由宽度为所述圆管的内径、长度为所述圆管的长度的矩形钢片扭曲而成,所述旋流片端面为S形,所述旋流片521的中轴线与所述圆管的轴线相互重合,所述旋流片521与所述圆管的连接方式为焊接。由于旋流管520内旋流片521的作用,流体流经旋流管520时会产生旋流,对近壁和远壁流体产生置换作用,增大传热系数。

[0032] 作为进一步优选的实施方式,所述支撑物的圆环510采用钢材。

[0033] 以上对本发明的较佳实施方式进行了具体说明,但本发明创造并不限于所述实施例,熟悉本领域的技术人员在不违背本发明精神的前提下还可作出种种的等同变型或替换,这些等同的变型或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

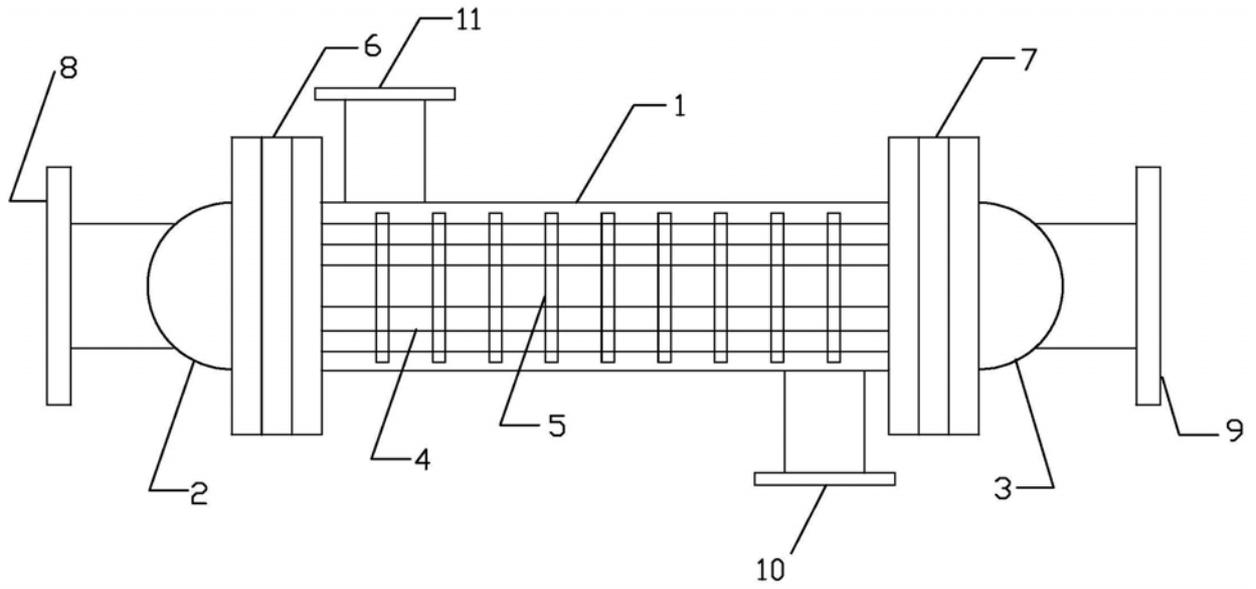


图1

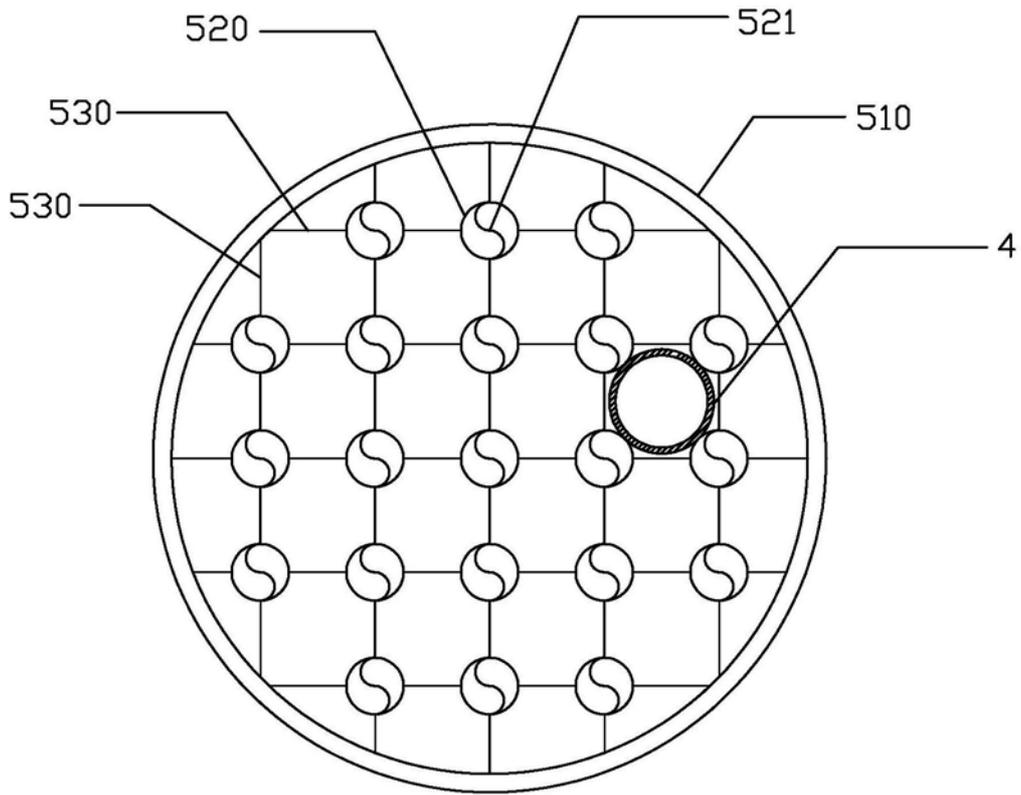


图2

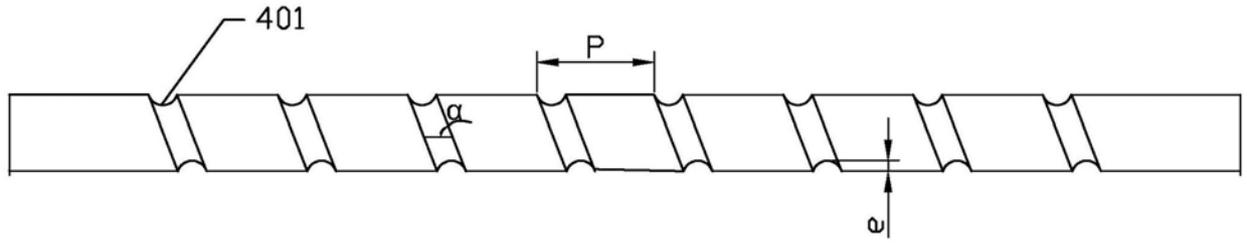


图3