



## [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520105637.3

[45] 授权公告日 2007 年 6 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 2913601Y

[22] 申请日 2005.8.25

[21] 申请号 200520105637.3

[73] 专利权人 中国石化集团河南石油勘探局勘探  
设计研究院

地址 473132 河南省南阳市宛城区油田恒山  
路

[72] 设计人 李冬林 李 涛

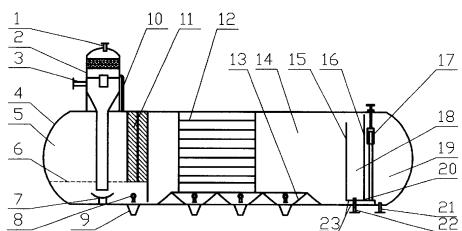
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

### [54] 实用新型名称

一种油气水砂四相分离器

### [57] 摘要

一种油气水砂四相分离器，适用于油气田地面工程中对稠油或含砂稠油进行油气水砂四相分离，采用卧式壳体结构，其内分为紊流室、沉降室、油室和水室，在壳体上设有旋流预脱气器、导气接管、砂斗、油出口接管和水出口接管；在紊流室内设有蝶型转向器和布液消能器；在沉降室内依次设有斜板聚结器、负压除砂器、集砂槽和隔板式水出口；在水室设有可调导水管；在紊流室和沉降室之间设有波纹板整流器；在壳体底部设有其内安装有负压除砂器的集砂槽，集砂槽底部接有砂斗。采用本技术方案，能够消除砂堵塞填料和设备的问题，分离性能好，具有好的沉砂和除砂效果，可延长设备检修周期，结构紧凑，整体性能好，特别适用于稠油或含砂稠油脱水。



1.一种油气水砂四相分离器，采用卧式壳体（4）结构，在壳体内部根据分离功能不同依次分为紊流室（5）、沉降室（14）、油室（18）和水室（19），在壳体（4）上设有旋流预脱气器（2）、导气接管（10）、砂斗（9）、油出口接管（22）和水出口接管（21）；在紊流室（5）内设有转向器（7）和布液消能器（6）；在沉降室（14）内依次设有斜板聚结器（12）、负压除砂器（8）、集砂槽（13）和隔板式水出口（23）；在水室设有可调导水管（17）；其特征在于：

在紊流室（5）和沉降室（14）之间设有波纹板整流器（11）；

在壳体（4）底部设有至少一个集砂槽（13），集砂槽（13）内部安装有负压除砂器（8），集砂槽（13）底部接有砂斗（9）。

2.根据权利要求1所述的一种油气水砂四相分离器，其特征在于：波纹板整流器（11）由流道成同一方向的单向流道（11-3）多层开有微孔（11-4）的压延波纹板（11-1）和用于分隔波纹板的隔板（11-2）叠加而成，置于壳体内与壳体轴线相垂直的平面上，并分隔紊流室（5）与沉降室（14）。

3.根据权利要求1或2所述的一种油气水砂四相分离器，其特征在于：集砂槽（13）是指在沉降室（14）的底部设有至少一个边壁成一定倾斜角度，上面口大下面口小构成的能够集砂的一种结构，底部连着砂斗（9），中间安装有负压除砂器（8）；

负压除砂器（8）采用真空射流泵结构，由高压水冲砂管（8-1）、喷嘴（8-2）、负压腔（8-6）、文丘利管（8-4）、排砂管（8-5）、吸砂管（8-7）和吸砂口（8-8）组成。

4.根据权利要求3所述的一种油气水砂四相分离器，其特征在于：隔板式水出口（23）是由水平隔板（20）与壳体（4）相结合构成的一个水出口，水平隔板（20）设置在沉降室（14）与水室（19）之间，并与水室（19）中可调导水管（17）相连。

## 一种油气水砂四相分离器

### 一、技术领域

本实用新型涉及一种油气田开发设备，特别是油气田地面工程中对稠油或含砂稠油进行油气水砂四相分离的设备。

### 二、背景技术

在已有技术中，油气水三相分离器是油田地面工程中应用广泛的，用于实现油、气、水三相分离的专用设备，该设备用在稀油脱水中效果好，但在稠油或含砂稠油脱水中一直不理想，主要原因是稠油中的砂和胶质沥青质容易堵塞填料和设备，造成设备有效容积减小，最终导致脱水设备效率低，检修期短。最近几年针对原油脱水中含砂这一问题，国内也进行过相关研究，在实际应用中也取得了一定的效果，但仍有三个主要问题没有很好解决，其一是没有解决好砂和胶质沥青质堵塞波纹板聚结填料的问题；其二是没有解决好排砂口堵塞后怎么解堵的问题；其三是当设备本身压力较低，不足以直接排出设备内的砂时，没有特殊措施只好造成设备堵塞。据中国专利ZL02240795.2和ZL02257478.6介绍的油气水砂分离器，这种分离器安装有波纹板整流填料，油水分离效果好，针对除砂的措施是设备底部布有砂槽或砂包，砂包上部布有冲砂水管，下部设有排砂口。这种结构存在的问题是砂容易堵塞波纹板填料，冲砂水冲砂时对设备内流场扰动大，一旦砂堵塞排砂口后很难解堵，而且也容易堵塞排砂口。另据中国专利ZL98207662.2介绍的密闭清砂卧式三相分离器，这种分离器简单，在设备底部布有砂槽和冲砂管，在砂槽内设有吸砂口，其优点是由于吸砂口朝下，排砂方式不易堵塞，缺点是没有聚结填料油水分离效果差，水力冲砂对设

---

备内流场扰动大。

### 三、发明内容

本实用新型的目的是为了克服现有技术的不足而提供一种特别适用于稠油或含砂稠油脱水，不易堵塞填料和设备，油水分离效果好，能够不停产排砂，即便发生砂堵塞排砂口的情况也容易解堵的油气水砂四相分离器。

实现本实用新型的目的所采取的技术方案是：

一种油气水砂四相分离器，采用卧式壳体结构，在壳体内部根据分离功能不同依次分为紊流室、沉降室、油室和水室，在壳体上设有旋流预脱气器、导气接管、砂斗、油出口接管和水出口接管；在紊流室内设有转向器和布液消能器；在沉降室内依次设有斜板聚结器、负压除砂器、集砂槽和隔板式水出口；在水室设有可调导水管；其特征在于：

在紊流室和沉降室之间设有波纹板整流器；

在壳体底部设有至少一个集砂槽，集砂槽内部安装有负压除砂器，集砂槽底部接有砂斗。

所述波纹板整流器由流道成同一方向的单向流道多层开有微孔的压延波纹板和用于分隔波纹板的隔板叠加而成，置于壳体内与壳体轴线相垂直的平面上，并分隔紊流室与沉降室。

所述集砂槽是指在沉降室的底部设有至少一个边壁成一定倾斜角度，上面口大下面口小构成的能够集砂的一种结构，底部连着砂斗，中间安装有负压除砂器；

所述负压除砂器采用真空射流泵结构，由高压水冲砂管、喷嘴、负压腔、文丘利管、排砂管、吸砂管和吸砂口组成。

所述隔板式水出口是由水平隔板与壳体相结合构成的一个水出口，水平隔

---

板设置在沉降室与水室之间，并与水室中可调导水管相连。

所述旋流预脱气器采用带捕雾丝网的旋流结构，由混合流体进口接管、气出口接管、捕雾丝网、芯管、内顶板、旋流筒体、锥管和底流管组成，与壳体紊流室上部外壁相固接，侧壁设有混合流体进口接管和连接沉降室的导气管，顶部与气出口接管相连，下部内腔设置的底流管伸入壳体内，并穿过布液消能器与固接于紊流室下部内壁的蝶型转向器相对，中心设有芯管的内顶板固定于旋流筒体内部，且在捕雾丝网下方，并在进口接管上方。

所述布液消能器采用下孔箱式结构，由布液板和小孔组成，置于壳体轴线水平面之下、蝶型转向器之上的紊流室之中，在布液板上开有以底流管为中心呈径向内疏外密分布的小孔。

本实用新型的有益效果是，采用本实用新型的技术方案，不管是用于稠油或是含砂稠油脱水，都能够在保证油气水分离质量的前提下，很好的解决砂和胶质沥青质对填料和设备的堵塞问题，能够避免砂害对脱水的影响。

在油气水分离方面，基本消除或抑制了气相湍流对分离过程的不利影响，减少了设备内的气相空间，有助于设备容积效率的提高；有效地引入了重力消能、活性水强化水洗和气体浮选作用，强化了设备的预分离和填料聚结作用；抑制或消除了设备中的短路流、涡流和沟流，强化了设备的流动特性，保证了设备内部的油水界面控制稳定，为油水分离创造了良好的条件；

在除砂方面，消除了砂堵塞填料和设备的问题，在提高设备分离性能的同时，又具有良好的沉砂和除砂效果，能够不停产除砂，延长了检修周期。

采取本实用新型的技术方案，可使设备结构紧凑，设备整体性能提高，特别是用于稠油或含砂稠油脱水，具有较高的经济实用价值。

#### 四、附图说明

图 1 是本实用新型实施例的结构示意图。

图 2 是旋流预脱气器结构示意图。

图 3 是布液消能器结构示意图。

图 4 是图 3 的 A 向视图。

图 5 是负压除砂器结构示意图。

图 6 是斜板聚结器结构示意图。

图 7 是图 6 的 B 向视图。

图 8 是波纹板整流器结构示意图。

图 9 是图 8 的 C 向视图。

## 五、具体实施方式

参见图 1，一种油气水砂四相分离器，采用卧式壳体 4 结构，在壳体 4 内部根据分离功能不同依次分为紊流室 5、沉降室 14、油室 18 和水室 19。在壳体 4 上设有旋流预脱气器 2、连接紊流室 5 和旋流预脱气器 2 的导气接管 10、砂斗 9、油出口接管 22 和水出口接管 21；在紊流室 5 内设有转向器 7 和布液消能器 6，在沉降室 14 内依次设有斜板聚结器 12、负压除砂器 8、集砂槽 13 和隔板式水出口 23；在水室 19 设有可调导水管 17；在紊流室 5 和沉降室 14 之间设有波纹板整流器 11；在壳体 4 底部设有集砂槽 13，集砂槽 13 内部安装有负压除砂器 8，集砂槽 13 底部接有砂斗 9。

参见图 2，所述旋流预脱气器 2 侧壁设有混合流体切向进口接管 3，顶部设有气出口接管 1，下部内腔设置的底流管 2-6 伸入壳体 4 内，并穿过布液消能器 6 与转向器 7 相对；内腔上部设有捕雾丝网 2-1，中部设有芯管 2-2、内顶板 2-3 和锥管 2-5，中心设有芯管 2-2 的内顶板 2-3 在捕雾丝网 2-1 下方，并在混合流体进口接管 3 上方。

参见图 8 和图 9，所述波纹板整流器 11 由波向成同一角度，流道 11-3 方向斜向下，上面开有微孔 11-4 的多层波纹板 11-1 和隔板 11-2 组成，隔板 11-2 是用来分隔波纹板 11-1 的，组成是按一层波纹板 11-1 加一层隔板 11-2 的方式叠加而成。

参见图 1 和图 5，集砂槽 13 是指在沉降室的底部设有至少一个边壁成一定倾斜角度，上面口大下面口小构成的能够集砂的一种结构，底部连着砂斗 9，中间安装有负压除砂器 8。所述负压除砂器 8 采用真空射流泵结构，由高压来水接管 8-1、喷嘴 8-2、腔体外壁 8-3、负压腔 8-6、文丘利管 8-4、吸砂管 8-7、吸砂口 8-8 和排砂管 8-5 组成。

参见图 1 至图 9，混合流体通过进口接管 3 沿旋流筒体 2-4 内壁的切线方向进入旋流预脱气器 2 依靠离心力进行气体的预分离。

预分离出的气体经过芯管 2-2，由捕雾丝网 2-1 捕雾后，再经过气出口接管 1 排出设备，通过对气体的预分离避免了大量气体从液相中通过时造成严重湍流，又有助于减少设备内的气相空间，提高设备的容积利用率。

预分离后的混合流体包括油、水、砂和一定量的溶解气及部分较为分散的气泡，这部分混合流体经预脱气器 2 下部的底流管 2-6 进入紊流室 5 中的蝶型转向器 7，改变流向后的流体经布液消能器 6 中布液板 6-1 上的小孔 6-2 呈平面状均匀向上浮升，通过引入射流和重力消能作用的工作方式使高速流体的动能转化成了压能，同时还利用了活性水强化水洗及气体浮选作用。

经蝶型转向器 7、消能器 6 和整流器 11 的联合作用，混合流体中的气体得到脱除、动能转化成压能、一些简单的油水分离过程得到实现、设备中的短路流、沟流和涡流也得到有效抑制，流动条件接近塞状流，为下一步油水砂的深度分离创造了条件。整流器 11 主要用来抑制或消除设备中的短路流、沟流和涡

流，起整流、稳流作用，为分散相的聚结分离提供良好的流动条件。常规的波纹板整流器 11 是由波向成不同角度的多层波纹板相互叠加而成，这种结构用在稀油脱水中效果很好，但却无法用在稠油或者含砂稠油中，主要原因是由于这种结构流道是两个方向，当流道方向是朝斜向下时，便于流体的流通，流道方向朝斜向上时很容易被稠油中的砂和胶质沥青质堵塞。而本实用新型的波纹板整流器 11 是由波向成同一角度，上面开有微孔 11-4 的多层波纹板 11-1 被隔板 11-2 隔开后叠加而成，是斜向下的单方向流道 11-3，这种结构不管是用在稠油或是用在含砂稠油脱水中，都不易被砂和胶质沥青质堵塞，同时又能起到整流聚结作用。

经消能器 6 后的混合流体通过波纹板整流器 11 进入沉降室 14 后进行主要油水砂和少量溶解气的分离过程。

其中乳化部分的油水和少量溶解气经过整流器 11 后，混合流体进入沉降室 14，并通过位于沉降室 14 中的由呈“八”字型斜板 12-1 组成的斜板聚结器 12。聚结器 12 是依据浅池原理，能够缩短液滴沉降或气泡浮升的距离，用来强化设备分离特性、提高分离效率。经聚结器 12 后在沉降室 14 中的混合流体各相得到分离，其气相在上部空间并经导气管 10 倒流进入预脱气器 2，并经预脱气器 2 中的捕雾丝网 2-1 捕集液滴后从气出口接管 1 排出，这种结构可避免从气体中捕集到的液滴再落入油水室而影响油水的分离质量；油相在沉降室 14 上部并通过油室隔板 15 溢入油室 18，经油出口接管 22 排出；水相在沉降室 14 下部并通过穿过油室隔板 15 和水室隔板 16 的隔板 20 与壳体 4 构成的隔板式水出口 23 和可调导水管 17 进入水室 19，经水出口接管 21 排出，这种隔板式水出口 23 结构与常规圆管式结构相比流通截面积变大，涡流影响要小得多。

其中混合流体中的砂经过整流器 11 后，在沉降室 14 中沉降下来，一部分

直接落入集砂槽 13，一部分先落到斜板聚结器 12 后又滑落到集砂槽 13 中，落到集砂槽 13 后的砂再落到砂斗 9 中。

落到砂斗 9 后的砂通过负压除砂器 8 排出设备。负压除砂器 8 可以采用二种方式将砂排出设备，一种是当设备有足够的高压力，依靠设备内部和外部之间的压差就能把砂排出时，不需要高压水喷射来形成负压，而通过吸砂口 8-8、吸砂管 8-7、负压腔 8-6、文丘利管 8-4 和排砂管 8-5 直接排出；另一种是当设备自身压力较低，依靠设备内外部压差不足以把砂排出时，可以借助高压水喷射在负压腔 8-6 内形成负压，这样间接的增大了设备内外部的压差，也可以象第一种方式那样把设备内部的砂排出。这种靠负压除砂的优点是，除了能形成负压增大设备内外部的压差有利排砂，吸砂口朝下不易堵塞外，当排砂口一旦堵塞时，还可依靠本系统的高压水解堵而不会在设备内造成大的涡流。

至此，通过进口接管 3 进入旋流预脱气器 2，再经过壳体 4 的油气水砂四相混合流体就已经分离为油、气、水和砂四部分，并分别从油出口接管 22、气出口接管 1、水出口接管 21 和除砂器的砂排出口接管 8-5 排出设备。

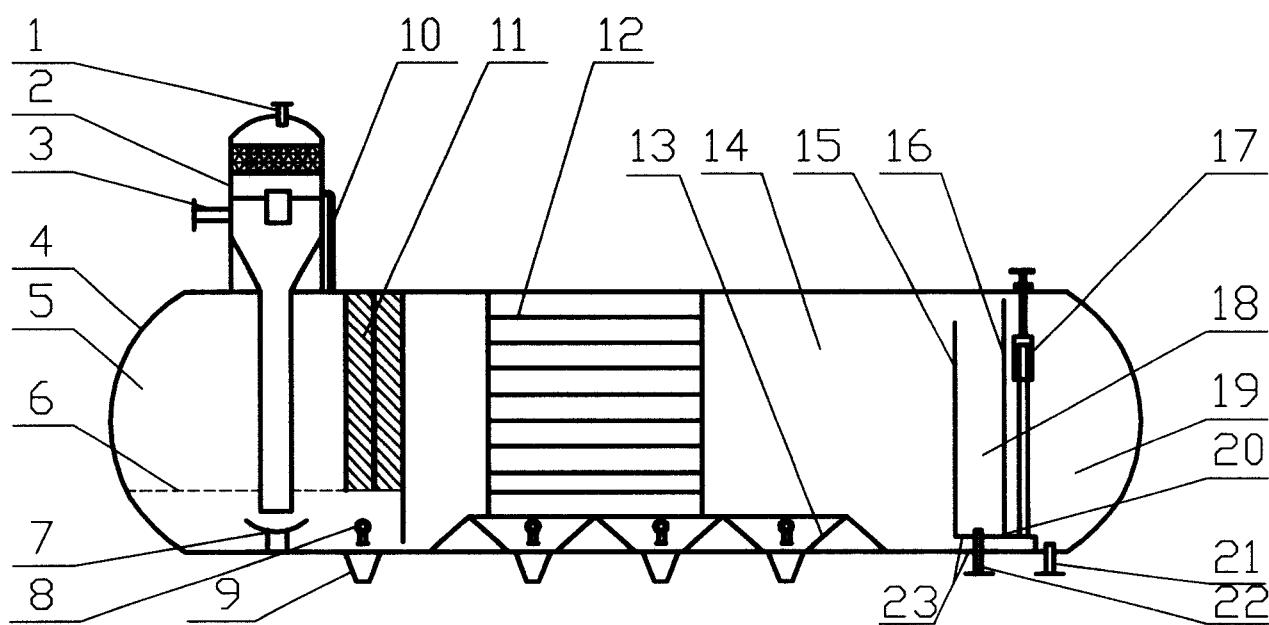


图 1

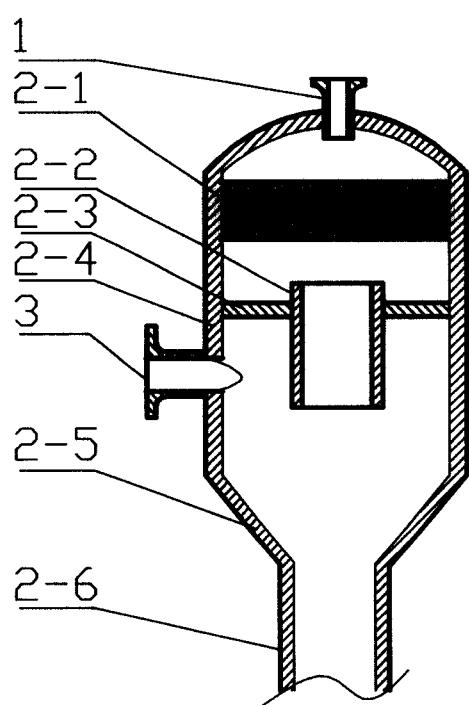


图 2

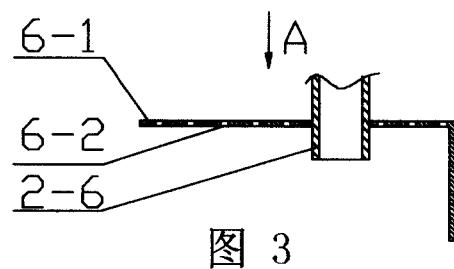


图 3

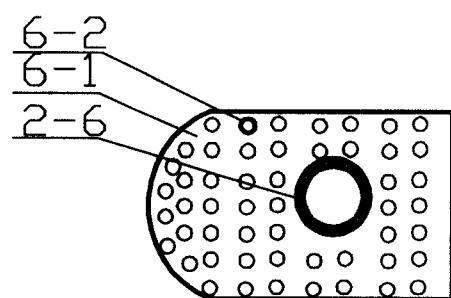


图 4

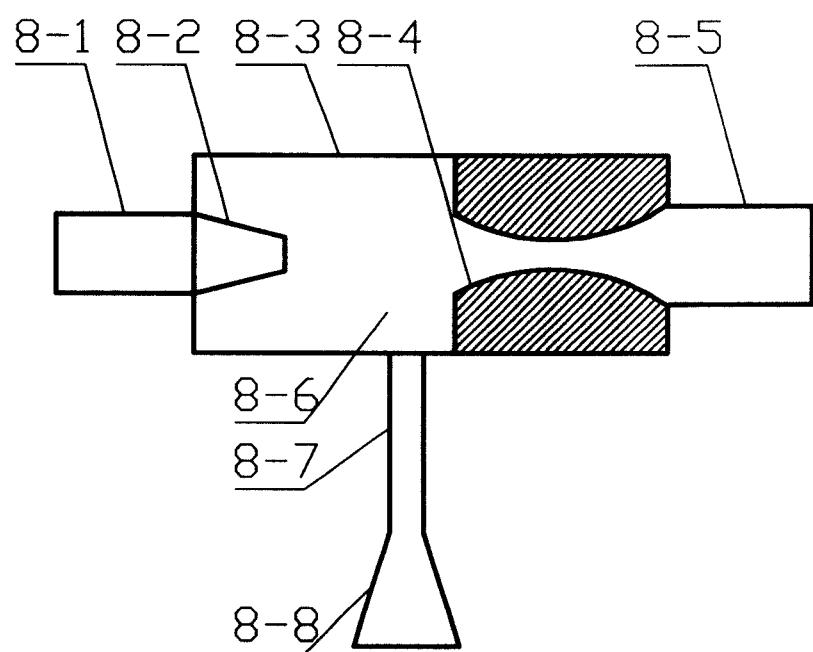


图 5

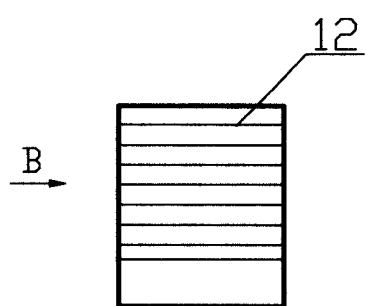


图 6

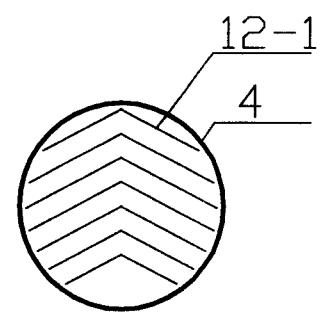


图 7

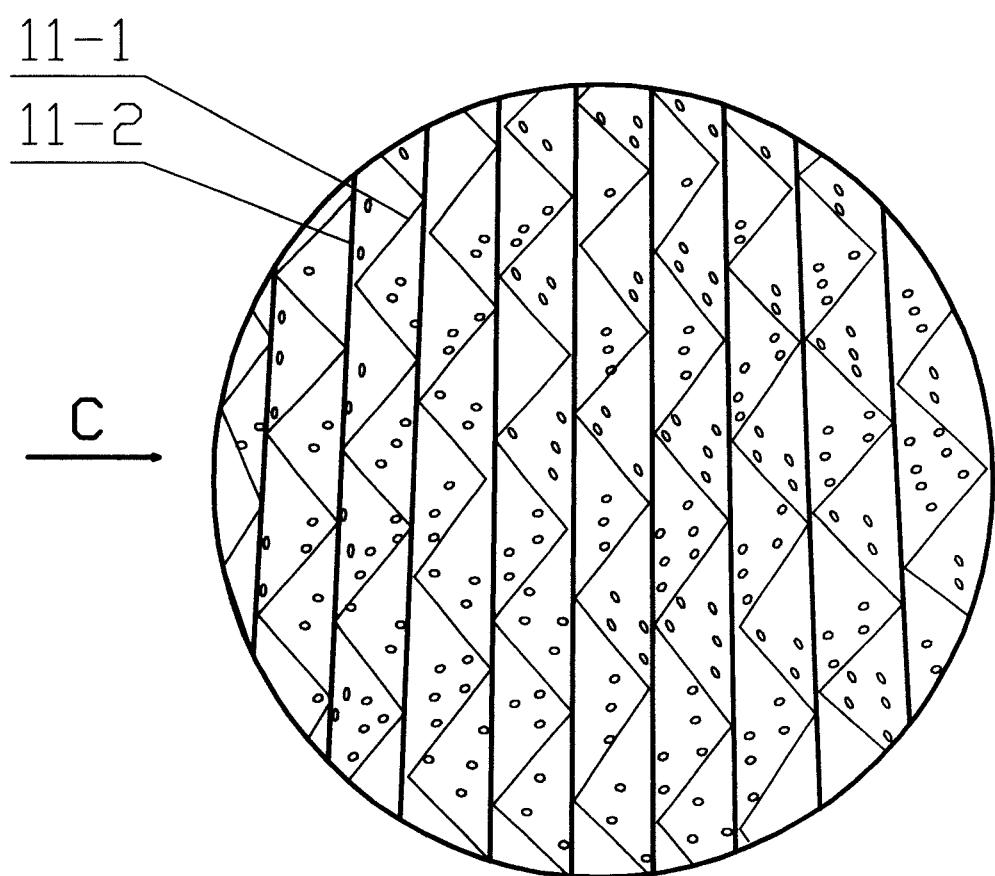


图 8

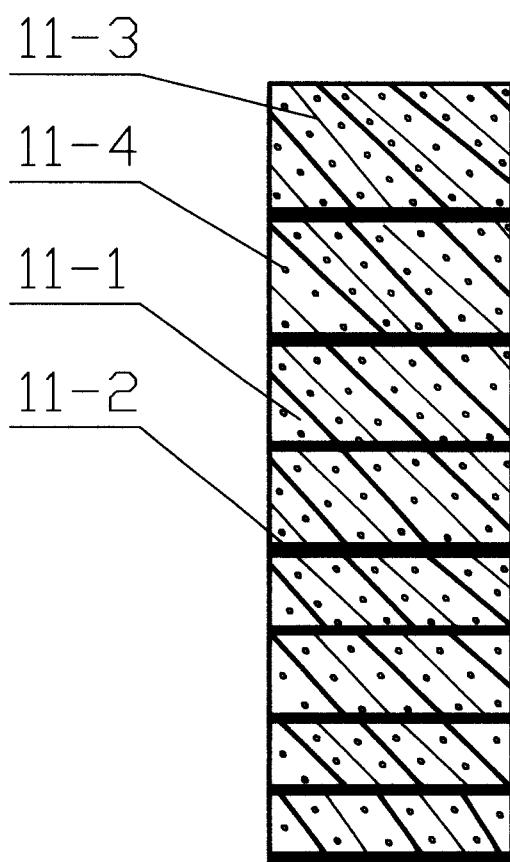


图 9