



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204242595 U

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201420793800. 9

(22) 申请日 2014. 12. 16

(73) 专利权人 中国核动力研究设计院

地址 610000 四川省成都市一环路南三段
28 号

(72) 发明人 秦忠 宋丹戎 李庆

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220

代理人 谭新民

(51) Int. Cl.

G21C 1/09(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

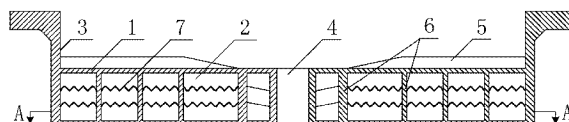
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 实用新型名称

压水堆内置蒸汽稳压器隔热板及其构成的一体化压水堆

(57) 摘要

本实用新型公开的是压水堆内置蒸汽稳压器隔热板及其构成的一体化压水堆,主要解决了现有技术中外置电加热式蒸汽稳压器与反应堆冷却剂系统通过波动管连接时存在潜在因波动管破裂导致冷却剂失水事故风险发生的问题。本实用新型中的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板包括由构成空气夹层(2)的双层奥氏体不锈钢板组成的隔热板本体(1),以及设置在隔热板本体(1)上方与其一体成型且组合构成倒帽形复合结构的连接体(3);所述隔热板本体(1)上则设置有圆筒形波动孔(4)。本实用新型具有满足高温高压环境、隔热性能良好且实现反应堆在各种瞬态工况下过冷水与饱和水的双向快速波动等优点。



1. 压水堆内置蒸汽稳压器隔热板,其特征在于:包括由构成空气夹层(2)的双层奥氏体不锈钢板组成的隔热板本体(1),以及设置在隔热板本体(1)上方与其一体成型且组合构成倒帽形复合结构的连接体(3);所述隔热板本体(1)上则设置有圆筒形波动孔(4)。

2. 根据权利要求1所述的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板,其特征在于:所述圆筒形波动孔(4)位于隔热板本体(1)的中央部位。

3. 根据权利要求1或2所述的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板,其特征在于:所述隔热板本体(1)上设置有将空气夹层(2)分隔成多个空腔的径向加劲板(5)及环向加劲板(6)。

4. 根据权利要求3所述的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板,其特征在于:所述空腔内水平叠放有波纹状镜面不锈钢箔片构成的金属反射层(7)。

5. 根据权利要求4所述的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板,其特征在于:所述空气夹层(2)由八个径向加劲板(5)及四个环向加劲板(6)分隔成33个空腔。

6. 一体化压水堆,其特征在于:包括具有顶盖封头(11)的反应堆压力容器(8),位于反应堆压力容器(8)内的反应堆冷却剂过冷水(9),位于反应堆冷却剂过冷水(9)上方的内置稳压器饱和水(10),以及焊接在顶盖封头(11)内用于分隔反应堆冷却剂过冷水(9)和内置稳压器饱和水(10)的隔热板;所述隔热板为权利要求1~5任一项所述的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板。

压水堆内置蒸汽稳压器隔热板及其构成的一体化压水堆

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种隔热板,具体涉及的是压水堆内置蒸汽稳压器隔热板及其构成的一体化压水堆。

背景技术

[0002] 传统外置电加热式蒸汽稳压器是一个高压容器,由汽液两相空间组成,其中上半部分为饱和蒸汽空间,下半部分是饱和水空间。在稳压器的汽空间设有喷雾器接管、卸压阀接管及安全阀接管;水空间内设有电加热器,底部通过波动管与反应堆冷却剂系统的热段管道连接。

[0003] 由于蒸汽稳压器是通过波动管与反应堆冷却剂系统连通,不可避免的存在发生潜在的因波动管破裂发生冷却剂失水事故(LOCA)的风险。设计人员为了提高反应堆的固有安全特性,从设计上消除波动管破裂导致的 LOCA 事故,因而需要将蒸汽稳压器内置于反应堆压力容器。

[0004] 但由于反应堆冷却剂过冷水与内置稳压器中饱和水同处反应堆压力容器中,而且过冷水与饱和水一般存在约 25℃ 的温差,因而必须设计一种新型隔热板实现过冷水与饱和水的隔离。

[0005] 且反应堆压力容器常常处于 345℃ 左右的高温、15.5MPa 的高压、高辐射的硼水环境中,其工作条件恶劣,因而需要一种内置蒸汽稳压器隔热板结构方案,其不仅仅要达到隔热的效果,而且还需要能够适应恶劣的工作条件,用于解决此类技术难题。

实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的在于解决现有技术中外置电加热式蒸汽稳压器与反应堆冷却剂系统通过波动管连接时存在潜在因波动管破裂导致冷却剂失水事故风险发生的问题,提供一种满足高温高压环境、隔热性能良好且实现反应堆在各种瞬态工况下过冷水与饱和水的双向快速波动的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板;本实用新型还提供了该压水堆内置蒸汽稳压器隔热板构成的一体化压水堆。

[0007] 为解决上述缺点,本实用新型的技术方案如下:

[0008] 压水堆内置蒸汽稳压器隔热板,包括由构成空气夹层的双层奥氏体不锈钢板组成的隔热板本体,以及设置在隔热板本体上方与其一体成型且组合构成倒帽形复合结构的连接体;所述隔热板本体上则设置有圆筒形波动孔。

[0009] 本实用新型通过将压水堆内置蒸汽稳压器隔热板上的连接体焊接在反应堆压力容器内,通过隔热板本体即可有效实现稳压器中饱和水与反应堆冷却剂过冷水的隔离,达到隔离的效果。

[0010] 通过双层奥氏体不锈钢板组成空气夹层可有效达到隔热的效果,由于空气夹层内的空气处于封闭状态中,该空气几乎无流动,有效降低饱和水及过冷水之间的对流传热,在该状态下空气的导热系数仅为 0.023

$W/(m \cdot ^\circ C)$], 是高温辐照环境下极其理想的高效隔热材料 ; 同时奥氏体不锈钢的导热系数基本在 $10 \sim 30 W/(m \cdot ^\circ C)$ 范围内, 是导热性最差的金属之一 ; 因而带空气夹层的双层奥氏体不锈钢板复合结构可有效降低饱和水及过冷水之间的热传导。

[0011] 本实用新型通过不易活化的空气及奥氏体不锈钢材料组合有效解决耐高温、耐辐照、耐腐蚀的难题。

[0012] 并且, 通过隔热板本体上设置的圆筒形波动孔, 可使反应堆在各种瞬态工况下饱和水及过冷水双向快速波动 ; 同时, 通过倒帽形复合结构可以自适应反应堆压力容器顶盖封头在运行工况下径向膨胀导致隔热板的径向拉伸, 有效降低热应力, 进而提高使用寿命, 效果十分显著。

[0013] 作为一种优选, 所述圆筒形波动孔位于隔热板本体的中央部位。

[0014] 进一步, 所述隔热板本体上设置有将空气夹层分隔成多个空腔的径向加劲板及环向加劲板。

[0015] 通过径向加劲板及环向加劲板将空气夹层分隔成多个空腔, 更加有效地防止空气的流动, 进一步加强隔热的效果 ; 同时, 该径向加劲板及环向加劲板还使隔热板本体能够承受反应堆内高达 21MPa 的高压环境。

[0016] 更进一步, 所述空腔内水平叠放有波纹状镜面不锈钢箔片构成的金属反射层。该空腔内的金属反射层可有效降低热辐射效应, 因而, 通过减弱该辐射的传热方式, 并结合上述减弱的传导和对流的传热方式, 得到了极好地减弱传热的效果, 进而使隔热板本体具有良好隔热性能, 实现了一体化压水堆内稳压器中饱和水与反应堆冷却剂过冷水的隔离, 有利于稳压器汽空间的建立, 并降低稳压器运行能耗。

[0017] 作为一种优选地设置方式, 所述空气夹层由八个径向加劲板及四个环向加劲板分隔成 33 个空腔。

[0018] 本实用新型还公开了利用上述压水堆内置蒸汽稳压器隔热板将蒸汽稳压器内置在压水堆内的一体化压水堆, 其具体结构如下 :

[0019] 包括具有顶盖封头的反应堆压力容器, 位于反应堆压力容器内的反应堆冷却剂过冷水, 位于反应堆冷却剂过冷水上方的内置稳压器饱和水, 以及焊接在顶盖封头内用于分隔反应堆冷却剂过冷水和内置稳压器饱和水的上述压水堆内置蒸汽稳压器。

[0020] 本实用新型与现有技术相比, 具有以下优点及有益效果 :

[0021] 1、本实用新型中的隔热板结构具有耐高温、耐高压、耐辐照、耐腐蚀, 隔热性能良好等优点, 且该隔热板实现了反应堆在各种瞬态工况下一体化压水堆内过冷水与饱和水的双向快速波动, 效果十分显著 ;

[0022] 2、本实用新型的使用寿命长, 其设计寿命预期长达 60 年 ;

[0023] 3、本实用新型具有高安全性, 为核能作为分布式清洁能源创造了条件, 可用于核能发电、核能城市区域供热、核能工业工艺供热及核能海水淡化等领域, 其应用范围广泛 ;

[0024] 4、本实用新型解决了一体化压水堆内置蒸汽稳压器最核心的关键结构技术难题, 该隔热板技术可广泛应用于军用、民用革新型一体化压水堆, 为提高核能及核动力推进反应堆安全性具有革命性意义。

附图说明

[0025] 图 1 为本实用新型的纵剖面结构示意图。

[0026] 图 2 为本实用新型的俯视结构示意图。

[0027] 图 3 为图 1 中 A-A 向的剖面结构示意图。

[0028] 图 4 为本实用新型安装在反应堆压力容器中的结构示意图。

[0029] 其中,图中附图标记对应的零部件名称为:

[0030] 1—隔热板本体,2—空气夹层,3—连接体,4—圆筒形波动孔,5—径向加劲板,6—环向加劲板,7—金属反射层,8—反应堆压力容器,9—反应堆冷却剂过冷水,10—内置稳压器饱和水。

具体实施方式

[0031] 下面结合实施例及其附图,对本实用新型作进一步地详细说明,但本实用新型的实施方式不限于此。

[0032] 实施例 1

[0033] 压水堆内置蒸汽稳压器隔热板,如图 1 和图 2 所示,包括由构成空气夹层 2 的双层奥氏体不锈钢板组成的隔热板本体 1,以及设置在隔热板本体 1 上方与其一体成型且组合构成倒帽形复合结构的连接体 3;所述隔热板本体 1 上则设置有圆筒形波动孔 4。

[0034] 连接体 3 为圆环状结构,连接体 3 内径与隔热板本体 1 的外侧壁外径相同,隔热板本体 1 的外侧壁外径向上延伸,该连接体 3 固定在隔热板本体 1 外侧壁延伸部位且隔热板本体 1 与连接体 3 一体成型,该隔热板本体 1 与连接体 3 组合后即构成本实用新型中的倒帽形复合结构,如图 1 所示。

[0035] 本实用新型中该隔热板本体 1 和连接体 3 为一体成型结构且均由奥氏体不锈钢材料制成。如图 2 所示,该压水堆内置蒸汽稳压器隔热板的内径约为 2500mm,总厚度约为 350mm,该双层奥氏体不锈钢板的厚度设置为约 20mm,空气夹层 2 的厚度约为 210mm;该隔热板本体 1 上的圆筒形波动孔 4 的直径约为 140mm。将本实用新型的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板焊接在反应堆压力容器顶盖封头内,其可适用于热功率为 200~1000MW 的一体化压水堆。

[0036] 实施例 2

[0037] 本实施例与实施例 1 的区别在于:本实施例中优化了压水堆内置蒸汽稳压器隔热板的具体结构。

[0038] 如图 1~图 3 所示,本实施例中该圆筒形波动孔 4 位于隔热板本体 1 的中央部位。本实施例中还增加了径向加劲板 5、环向加劲板 6 以及金属反射层 7,其具体设置方式如下:

[0039] 本实施例中,该环向加劲板 6 的数量为四个,设置在空气夹层 2 内且位于圆筒形波动孔 4 与连接体 3 之间,如图 3 所示,该邻近圆筒形波动孔 4 的环向加劲板 6 厚度约 40mm,其余环向加劲板 6 厚度约为 20mm。

[0040] 所述径向加劲板 5 的数量为八个,均匀分布在隔热板本体 1 上,该径向加劲板 5 的一端与邻近圆筒形波动孔 4 的环向加劲板 6 连接,另一端则延伸到连接体 3 位置处,如图 2 和图 3 所示。该径向加劲板 5 的厚度约为 20mm。

[0041] 通过上述径向加劲板 5 和环向加劲板 6 的共同作用,有效将空气夹层 2 分隔成 33

个空腔,进一步阻隔空气流动,降低热传导效率;同时该设置能够承受反应堆内高达 21MPa 的高压环境,有效增强耐压程度。

[0042] 为了更好地隔绝热量传递,即,为了能有效降低辐照导致的热传递,所述空腔内水平叠放有波纹状镜面不锈钢箔片构成的金属反射层 7,如图 1 所示,该金属反射层 7 的厚度约为 0.1mm。

[0043] 实施例 3

[0044] 本实施例与实施例 1 和实施例 2 的区别在于:本实施例将实施例 1 或 2 中的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板应用到压水堆中,公开了一种利用实施例 1 或 2 中的隔热板构成一体化压水堆的结构,其具体结构如下:

[0045] 一体化压水堆,包括具有顶盖封头 11 的反应堆压力容器 8,位于反应堆压力容器 8 内的反应堆冷却剂过冷水 9,位于反应堆冷却剂过冷水 9 上方的内置稳压器饱和水 10,以及焊接在顶盖封头 11 内用于分隔反应堆冷却剂过冷水 9 和内置稳压器饱和水 10 的隔热板。

[0046] 上述隔热板即为实施例 1 或实施例 2 中所述的压水堆内置蒸汽稳压器隔热板。

[0047] 上述实施例仅为本实用新型的优选实施例,并非对本实用新型保护范围的限制,但凡采用本实用新型的设计原理,以及在此基础上进行非创造性劳动而作出的变化,均应属于本实用新型的保护范围之内。

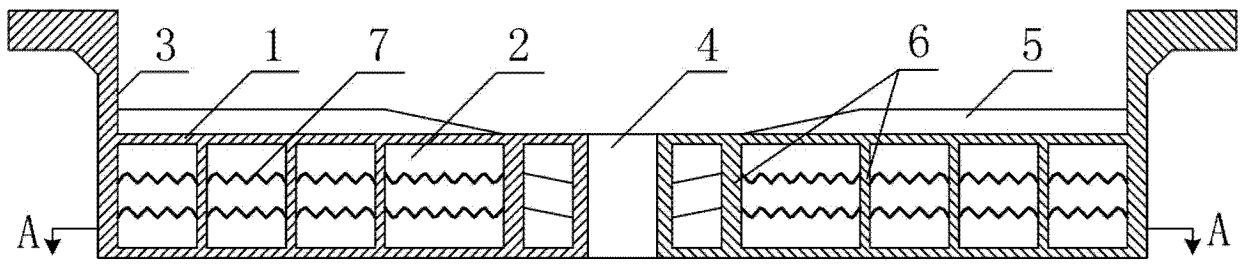


图 1

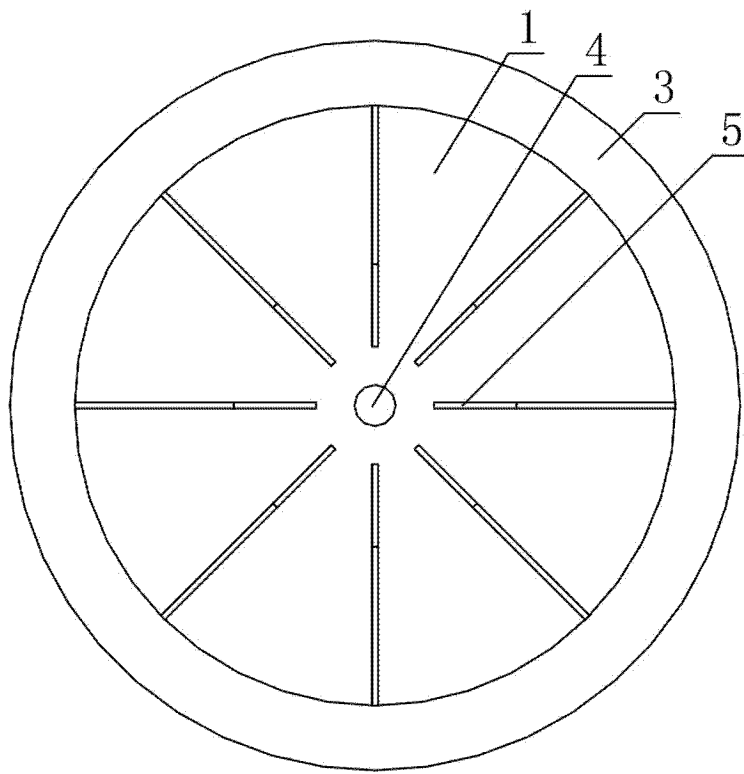


图 2

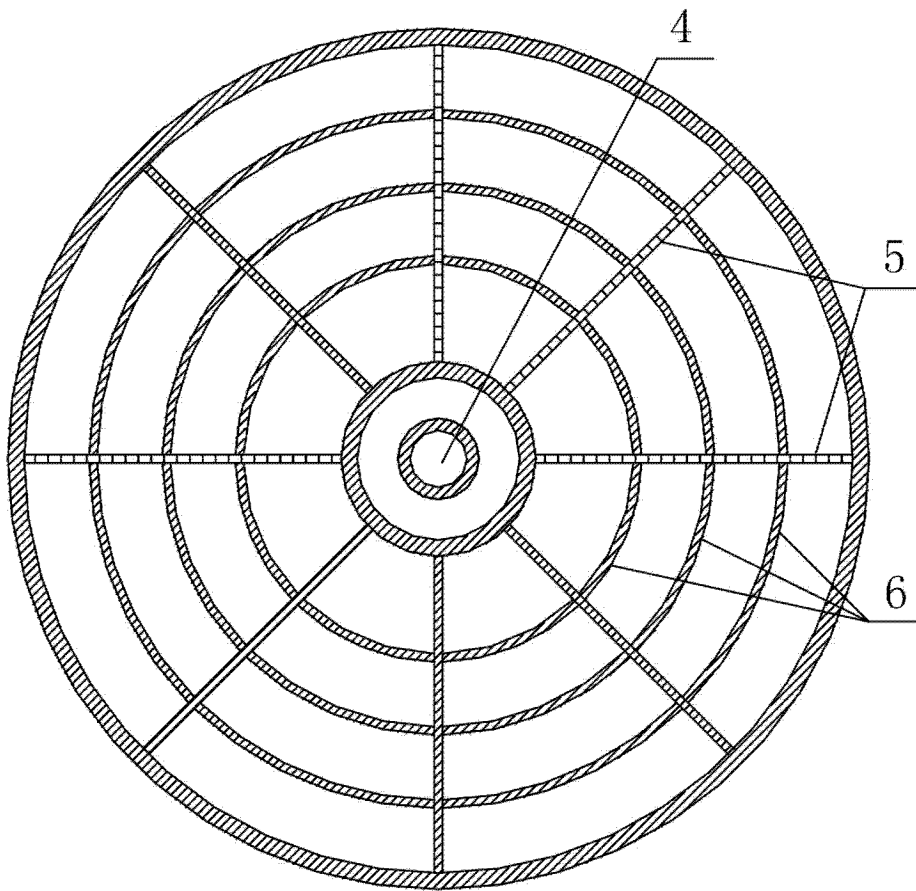


图 3

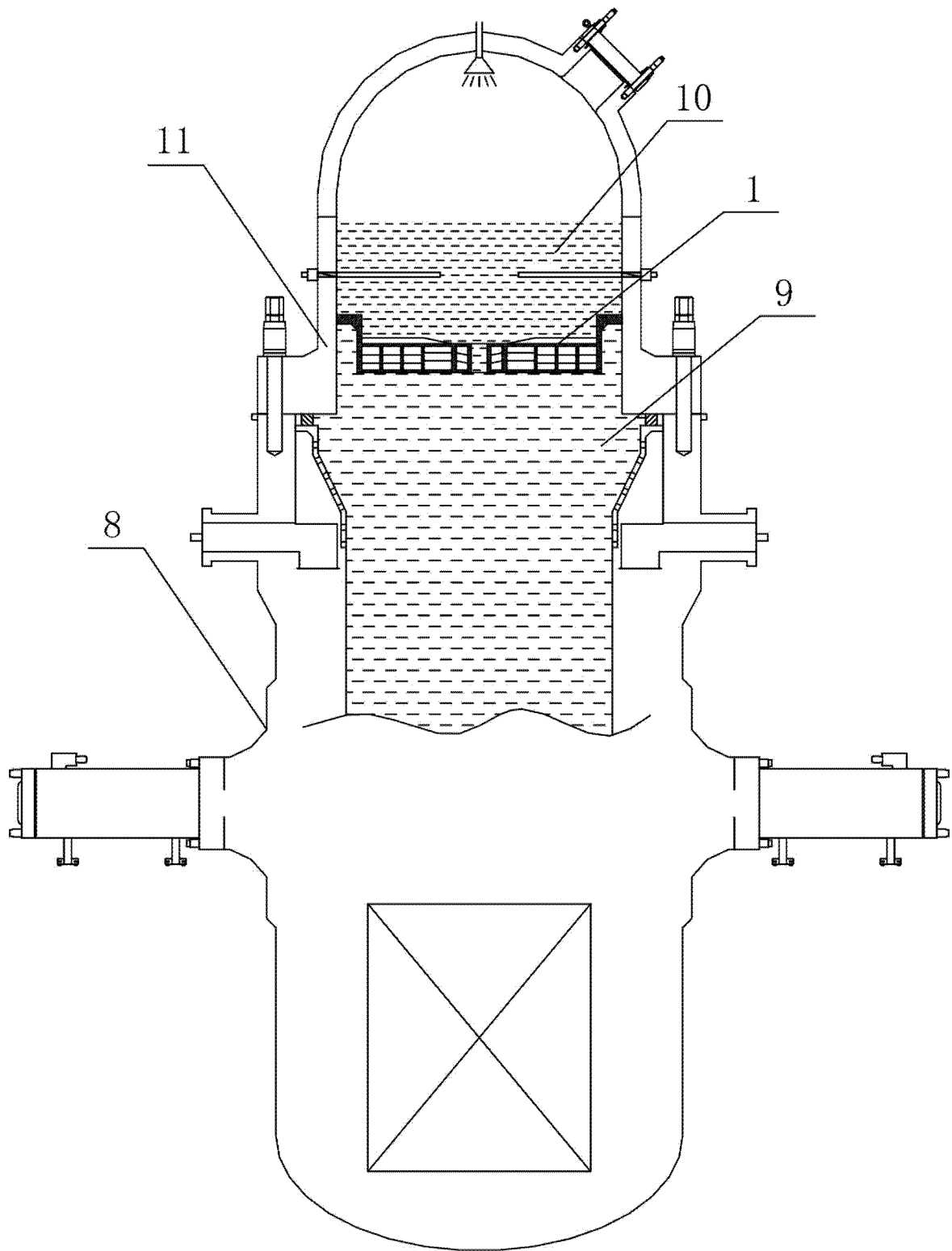


图 4