



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204939232 U

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201520699027. 4

(22) 申请日 2015. 09. 10

(73) 专利权人 新奥科技发展有限公司

地址 065001 河北省廊坊市经济技术开发区
华祥路新奥科技园南区 B 座 522 室

(72) 发明人 赵晓 程乐明 高志远

(74) 专利代理机构 北京中博世达专利商标代理
有限公司 11274

代理人 申健

(51) Int. Cl.

C02F 11/06(2006. 01)

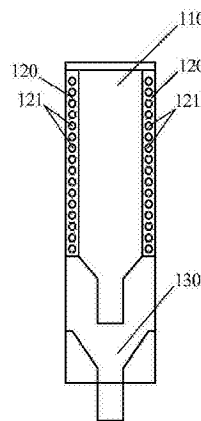
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 实用新型名称

超临界反应器及超临界反应系统

(57) 摘要

本实用新型公开一种超临界反应器及超临界反应系统,涉及污泥的处理及其装置技术领域,能提高含碳料浆中的水在预热过程中由普通状态转变为超临界状态的速率。超临界反应器包括内筒和外筒,内筒环绕的区域为反应区,内筒的底部与所述外筒之间形成的区域为激冷区,超临界反应器还包括换热区,且换热区分别与所述反应区、所述激冷区连通,换热区内设有换热装置。所述超临界反应系统包括上述技术方案提供的超临界反应器。本实用新型提供的超临界反应器及超临界反应系统用于污泥的净化处理。



1. 一种超临界反应器,用于对含碳料浆进行处理,其特征在于,包括内筒和外筒,所述内筒环绕的区域为反应区,所述内筒的底部与所述外筒之间形成的区域为激冷区,所述超临界反应器还包括换热区,所述换热区分别与所述反应区、所述激冷区连通,所述换热区内设有换热装置;

所述换热装置用于向所述反应区内导入所述含碳料浆;所述换热区用于从所述反应区接收超临界氧化反应生成的一次产物,并通过所述一次产物含有的热能对所述换热装置内的所述含碳料浆进行预热。

2. 根据权利要求1所述的超临界反应器,其特征在于,所述换热区环绕所述反应区,且位于所述超临界反应器的外壁和所述反应区之间。

3. 根据权利要求1或2所述的超临界反应器,其特征在于,所述换热装置为换热盘管,所述换热盘管环绕所述反应区且所述换热盘管的排布高度与所述反应区高度一致。

4. 根据权利要求3所述的超临界反应器,其特征在于,所述换热盘管的排布间隙不超过所述换热盘管外径的1/4。

5. 一种超临界反应系统,用于对含碳料浆进行处理,其特征在于,包括权利要求1-4任一项所述的超临界反应器,所述超临界反应器包括反应区、换热区和激冷区,所述换热区内设有换热装置;其中,

所述换热装置用于向所述反应区内导入含碳料浆;所述反应区用于使所述含碳料浆进行超临界氧化反应,以生成一次产物;所述换热区用于从所述反应区接收所述一次产物,并通过所述一次产物含有的热能对所述换热装置内的含碳料浆进行预热;所述激冷区用于从所述反应区和所述换热区接收所述一次产物,并对所述一次产物进行冷却,以生成二次产物。

6. 根据权利要求5所述的超临界反应系统,其特征在于,所述超临界反应系统还包括原料储罐及液氧罐,其中,所述原料储罐通过所述换热区中的换热装置与所述反应区连通,用于储存所述含碳料浆;所述液氧罐与所述反应区连通,用于储存液氧。

7. 根据权利要求5或6所述的超临界反应系统,其特征在于,所述超临界反应系统还包括蒸汽透平及第一水罐,所述蒸汽透平和所述第一水罐通过蒸汽换热管连通,部分所述蒸汽换热管位于所述激冷区中;其中

所述第一水罐用于向所述蒸汽换热管提供蒸发液,所述蒸汽换热管用于使所述激冷区中的所述一次产物和所述蒸汽换热管中的所述蒸发液换热,使得所述蒸发液变为蒸汽,所述蒸汽透平用于从所述蒸汽换热管接收所述蒸汽,并将所述蒸汽中含有的热能转化为机械能。

8. 根据权利要求7所述的超临界反应系统,其特征在于,所述超临界反应系统还包括蒸汽换热器、第一分离器及第二分离器;所述蒸汽换热器包括换热腔体和所述换热腔体内的部分所述蒸汽换热管,且所述换热腔体内的部分所述蒸汽换热管位于所述激冷区中的部分所述蒸汽换热管和所述第一水罐之间;其中,

所述第一分离器通过所述换热腔体与所述激冷区连通,所述第一分离器用于接收并分离所述二次产物,生成三次气体产物和三次液体产物;所述第二分离器与所述第一分离器连通,用于接收并分离所述三次液体产物,生成二氧化碳气体和第一渣水;所述蒸汽换热器用于使所述蒸汽换热管内的蒸发液与所述换热腔体内的二次产物换热。

9. 根据权利要求5或6所述的超临界反应系统,其特征在于,所述超临界反应系统还包括排渣锁斗,以及与所述排渣锁斗分别连通的液氮罐、第二水罐;

所述排渣锁斗与所述超临界反应器中的所述激冷区连通,用于从所述激冷区接收固体残渣;所述液氮罐用于在排渣锁斗从激冷区接收所述固体残渣时,向所述排渣锁斗充入氮气,以使所述排渣锁斗内的气压与所述激冷区内的气压相等。

10. 根据权利要求9所述的超临界反应系统,其特征在于,所述第二水罐还和所述激冷区连通,用于在所述超临界氧化反应器运行时,向所述激冷区提供冷却液,且所述第二水罐还用于在对所述激冷区进行清洗时,向所述激冷区及所述排渣锁斗提供清洗液。

11. 根据权利要求9所述的超临界反应系统,其特征在于,所述液氮罐还与所述反应区连通,用于所述超临界反应器停止工作时,向所述反应区内充入氮气。

超临界反应器及超临界反应系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及污泥的处理及其装置技术领域,尤其涉及一种超临界反应器及超临界反应系统。

背景技术

[0002] 目前,随着水资源短缺的问题日益严峻,如何实现水资源的循环利用成为当今社会发展的一个重点问题。实现水资源的循环利用需要对污水进行净化处理,而在该净化处理过程中将会产生大量污泥,从而需要进一步对这些污泥进行处理,由于这些污泥中含有大量的有机污染物(污泥总质量与污泥中水分的质量之差称为干基质量,则有机污染物的质量通常占干基质量的30%以上),因此,常规的填埋或焚烧的处理方法将对土地或空气造成二次污染,严重影响人类的生存环境。而与之相对地,超临界氧化技术则能够在短时间内将污泥中的有机污染物质完全氧化,不存在二次污染问题。因此,污泥的超临界处理方法日益受到人们的关注。

[0003] 在现有技术中,污泥的超临界处理一般在超临界反应器内进行,具体为:按一定比例将污泥与水混合,制成含碳料浆,并将含碳料浆加热加压至临界点温度及临界点压强以上(通常,临界点温度为374.3℃,临界点压强为22.1MPa),使得含碳料浆中的水转化为超临界水,进而通过超临界氧化反应对污泥中的有机污染物进行氧化并加以去除。

[0004] 在超临界氧化反应中,反应体系温度为临界点温度以上时,超临界氧化反应能够通过自身放热维持反应的持续进行。由于污泥的热值(即单位质量的污泥氧化后所产生的热量)较小,且将含碳料浆的温度由常温升高至临界点温度以上需要吸收大量的热量,因此直接将常温的含碳料浆导入超临界反应器中将造成反应体系的温度降低,致使超临界氧化反应无法自发进行。因此,现有技术通常在将含碳料浆通入超临界反应器前,利用超临界反应器输出的产物将含碳料浆预热至接近临界点温度,以维持超临界反应器中的超临界氧化反应的持续进行。

[0005] 然而,超临界反应器输出的反应产物的温度通常低于上述临界点温度,因此,通常情况下,在含碳料浆的预热过程中,含碳料浆的温度越接近临界点温度,上述反应产物的温度和含碳料浆的温差就越小,两者之间的换热就越难以进行,从而导致含碳料浆中的水在预热过程中由普通状态转变为超临界状态的速率较慢,致使污泥的超临界处理的效率较低。

实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的在于提供一种超临界反应器及超临界反应系统,以提高含碳料浆中的水在预热过程中由普通状态转变为超临界状态的速率,进而提高污泥的超临界处理的效率。

[0007] 为了实现上述目的,本实用新型提供如下技术方案:

[0008] 第一方面,本实用新型提供了一种超临界反应器,用于对含碳料浆进行处理,包括

内筒和外筒,所述内筒环绕的区域为反应区,所述内筒的底部与所述外筒之间形成的区域为激冷区,所述超临界反应器还包括换热区,所述换热区分别与所述反应区、所述激冷区连通,所述换热区内设有换热装置;

[0009] 所述换热装置用于向所述反应区内导入所述含碳料浆;所述换热区用于从所述反应区接收超临界氧化反应生成的一次产物,并通过所述一次产物含有的热能对所述换热装置内的所述含碳料浆进行预热。

[0010] 本实用新型提供的超临界反应器中反应区与换热区连通,换热区中设有换热装置,通过换热装置将需要预热的含碳料浆导入反应区。通过上述设置,超临界氧化反应所得的一次产物能够直接从反应区进入换热区,该一次产物所含有的热能由换热装置的管壁传导至换热装置内,进而对换热装置内的含碳料浆进行预热。因此,与现有技术中超临界氧化反应的产物在经过冷却后输出超临界反应器,然而对含碳料浆进行预热相比,在本实用新型中,一次产物不必经过冷却即可在换热区内直接对含碳料浆进行预热,此时一次产物的温度远高于含碳料浆的温度,从而即使通过该一次产物对含碳料浆进行预热,一次产物的温度也不会降至接近临界点温度。因此,在对含碳料浆预热的过程中,本实用新型的含碳料浆和超临界氧化反应所生成一次产物的温差较大,从而使得含碳料浆中的水由普通状态转变为超临界状态的速率得以提高,进而提高污泥的超临界处理的效率。

[0011] 此外,由于上述超临界氧化反应的一次产物并非在经过冷却并输出超临界反应器后对含碳料浆进行预热,而是直接在超临界反应器中对含碳料浆进行预热,因此能够将由超临界氧化反应生成的热能中的较多热能应用在对含碳料浆的预热上,因此,本实用新型提供的超临界反应器还能够减轻超临界氧化反应所产生的热能的浪费。

[0012] 第二方面,本实用新型实施例还提供了一种超临界反应系统,用于对含碳料浆进行处理,包括上述技术方案所述的超临界反应器,所述超临界反应器包括反应区、换热区和激冷区,所述换热区内设有换热装置;其中,

[0013] 所述换热装置用于向所述反应区内导入含碳料浆;所述反应区用于使所述含碳料浆进行超临界氧化反应,以生成一次产物;所述换热区用于从所述反应区接收所述一次产物,并通过所述一次产物含有的热能对所述换热装置内的含碳料浆进行预热;所述激冷区用于从所述反应区和所述换热区接收所述一次产物,并对所述一次产物进行冷却,以生成二次产物。

[0014] 相对于现有技术,本实用新型提供的超临界处理系统具有的优势与上述超临界反应器相对于现有技术所具有的优势相同,在此不再赘述。

附图说明

[0015] 此处所说明的附图用来提供对本实用新型的进一步理解,构成本实用新型的一部分,本实用新型的示意性实施例及其说明用于解释本实用新型,并不构成对本实用新型的不当限定。在附图中:

[0016] 图1为本实用新型实施例提供的超临界反应器的结构图;

[0017] 图2为本实用新型实施例提供的超临界反应系统的各部件之间的连接关系图。

[0018] 附图标记:

[0019] 100-超临界反应器, 110-反应区,

[0020]	120- 换热区,	121- 换热装置,
[0021]	130- 激冷区,	210- 原料储罐,
[0022]	220- 液氧罐,	310- 蒸汽透平,
[0023]	320- 第一水罐,	410- 蒸汽换热器,
[0024]	420- 第一分离器,	430- 第二分离器,
[0025]	510- 排渣锁斗,	520- 液氮罐,
[0026]	530- 第二水罐,	540- 第三水罐。

具体实施方式

[0027] 为了进一步说明本实用新型实施例提供的超临界反应器、超临界反应系统及污泥的超临界处理方法,下面结合说明书附图进行详细描述。需要说明的是,在下述各实施例中,各部件之间的连通关系可通过管路等方式实现,每条管路上均可安装控制阀,以对管路的连通或封锁进行控制,若非必要,下述各实施例不对具体管路以及管路上的控制阀进行详述,本领域技术人员可根据需要自行对管路及管路上的控制阀进行设置。

[0028] 请参阅图 1,本实用新型实施例提供的超临界反应器用于污泥的超临界处理,其包括内筒和外筒,其中,内筒为空心圆柱体;外筒包括环绕内筒的空心圆柱体,以及与外筒的空心圆柱体同轴设置且底面外径与外筒的外径相当的空心圆锥体,该空心圆锥体的底面与外筒的空心圆柱体的下底面重合地连接,可以理解的是,上述内容仅为外筒的形状描写,实际上,外筒也可为一体成型,内筒环绕的区域为反应区 110、内筒的底部与所述外筒之间形成的区域即外筒的空心圆锥体环绕的区域为激冷区 130。进一步地,本实用新型提供的超临界反应器还包括换热区 120,换热区 120 分别与反应区 110、激冷区 130 连通,换热区 120 内设有换热装置 121。换热装置 121 用于向反应区 110 内通入含碳料浆;换热区 120 用于从反应区 110 接收超临界氧化反应生成的一次产物,并通过一次产物含有的热能对换热装置 121 内的含碳料浆进行预热。

[0029] 具体地,利用本实用新型实施例提供的超临界反应器进行污泥的超临界处理的过程为:首先将污泥配制成含水的含碳料浆,并使含碳料浆通过高压隔膜泵,将含碳料浆加压至压强大于临界点压强(通常为 22.1MPa),然后通过换热装置 121 将含碳料浆输送至反应区 110 上方的喷嘴入口,由喷嘴入口射入反应区 110,同时向反应区 110 内通入氧气(氧气压强在临界点压强以上),在反应区 110 内进行超临界氧化反应并生成一次产物;该生成的一次产物从反应区 110 进入换热区 120,与含碳料浆之间将产生换热(即一次产物中所含有的热量将经由蒸汽换热管的管壁传导至含碳料浆中),由于一次产物的温度远高于换热装置 121 中含碳料浆的温度,因此该一次产物能够迅速地将含碳料浆预热至温度接近临界点温度(通常为 374.3℃)。需要说明的是,一次产物包括有机污染物被氧化而生成的氧化产物、无机盐类、固体颗粒、超临界状态下的水,有时还包括部分未完全反应的氧气和有机物等。

[0030] 在上述过程中,激冷区 130 实际上将反应区 110 和换热区 120 连通,这样,一次产物在进入激冷区 130 后,部分一次产物回流至换热区 120,对换热区 120 中的换热装置 121 中的含碳料浆进行预热;进一步地,由于在上述预热过程中,一次产物的温度越高,其密度就越低,因此在预热过程中温度降低的一次产物将从换热区 120 下降至激冷区 130,而温度

较高的一次产物将从激冷区 130 上升至换热区 120,从而使得激冷区 130 能够不断地向换热区 120 提供温度较高的一次产物,进一步提高一次产物对含碳料浆预热的效率。

[0031] 进一步地,由于含碳料浆中存在固体颗粒和无机盐类,且无机盐类在超临界水中将会析出,因此若将一次产物直接从超临界反应器中输出,则上述固体颗粒及析出的无机盐类可能阻塞传输管道。因此,在本实用新型实施例提供的超临界反应器中,在反应区 110 下方还设有激冷区 130,该激冷区 130 用于接收对含碳料浆进行预热后的一次产物以及部分从反应区 110 直接进入激冷区 130 的一次产物,并对上述一次产物进行冷却,使得激冷区 130 中的水降温至亚临界状态,无机盐类在亚临界水中重新溶解,固体颗粒也会沉积在激冷区 130 底部,从而生成二次产物以及蒸汽。通过上述手段防止上述传输管道被阻塞的现象发生,需要说明的是,二次产物和一次产物的成分相同,包括有机污染物被氧化而生成的氧化产物、无机盐类、固体颗粒、超临界状态下的水,有时还包括部分未完全反应的氧气和有机物等,二次产物的一次产物的区别在于,二次产物中水处于亚临界状态(温度在临界点温度以下)。

[0032] 可以理解的是,反应区 110 是用于进行超临界氧化反应的区域,在超临界水的作用下,反应区 110 内的含碳料浆中的部分物质具有极强的腐蚀性,加之维持水的超临界状态所必须的高温高压环境,造成反应区 110 内的环境极为苛刻。因此,在本实用新型实施例中,需要利用耐高温高压且耐腐蚀的材料(例如某些镍铬合金等)制造内壁,以将反应区 110 与超临界反应器内的其他区域隔离开来。同理,由于反应区 110 内生成的一次产物需进入换热区 120,为避免或减轻强腐蚀性的物质对换热区 120 中的换热装置 121 等部件的损伤,换热装置 121 也要由上述耐高温高压且耐腐蚀的材料制成。进一步地,可在反应区 110 与换热区 120 的连通处设置可控制开关的出口(如阀门等),在进行超临界氧化反应的过程中关闭该出口,以控制一次产物进入换热区 120 的时间,减少进入换热区 120 中的反应物,进一步减轻反应物对换热区 120 中的部件的腐蚀现象。

[0033] 反应区 110 的参数设计中,容积和高径比(反应区 110 高度与反应区 110 底面的直径的比值)较为重要。容积和高径比的具体设计依据如下。反应区 110 的容积由含碳料浆在超临界反应器中的停留时间、及超临界反应器在单位时间内所能处理的含碳料浆的量决定,根据具体的污泥处理要求和反应条件,该容积有所不同。一般而言,含碳料浆在超临界反应器中的停留时间为 20-30s。高径比需根据反应区 110 内的流场分布确定,反应区 110 内的流场通常分为射流区,回流区和管流区三个部分,射流区大致为圆锥区域,圆锥区域的顶点位于喷嘴入口,圆锥区域的底面大致为反应区 110 的横截面;回流区大致为反应区 110 中,由圆锥区域的顶点所在的平面到圆锥区域的底面之间,除圆锥区域之外的部分;管流区位于射流区和回流区的下方。根据含碳料浆的成分以及温度及压强等反应条件,即可合理地设置反应区 110 内的流场分布,进而合理地设置反应区 110 的高径比。

[0034] 例如,将本实用新型实施例提供的超临界反应器用于城市污泥的处理,设含碳料浆在超临界氧化器中的停留时间 30s,每小时通入反应区 110 内的含碳料浆为 10 吨,含碳料浆中的污泥的质量分数为 10%,则其反应区 110 的容积至少为 0.6m³左右,针对该容积可设置多种反应区 110 的高径比,该高径比一般控制在 8:1-12:1,具体的高径比需要结合喷嘴与反应区 110 内形成的流场确定。

[0035] 此外,在对换热装置 121 中的污泥进行预热的过程中,水由普通状态转变为超临

界状态是一种相变过程,该过程需要吸收大量的热量,但温度变化不大,因而,若含碳料浆的温度远超临界点温度,则可确保含碳料浆中的水基本完成由普通状态转变为超临界状态的相变。因此,应在含碳料浆进入反应区 110 前尽可能使含碳料浆的温度接近上述临界点温度,以确保含碳料浆中的水基本完成上述相变过程,避免含碳料浆的水在进入反应区 110 后吸收大量热量来进行上述相变,导致超临界氧化反应无法持续进行。可以理解的是,在本实用新型实施例中,可根据单位时间内向反应区 110 内通入的含碳料浆的量、以及一次产物和未通入换热装置 121 内的含碳料浆的温度等因素,设置换热装置 121 的材料以及换热总面积等,以间接控制含碳料浆在换热装置 121 中预热达到的温度。

[0036] 可以理解的是,本实用新型中的含碳料浆并不限于由污泥制成,例如,工业、养殖业所产生的有机物含量较多的混合物也可由本实用新型提供的超临界反应器进行处理。

[0037] 本实用新型实施例提供的超临界反应器中,利用反应区 110 中的超临界反应所生成的一次产物,直接对换热区 120 中换热装置 121 内的含碳料浆进行预热,该一次产物的温度远高于超临界水的临界点温度。因此,与现有技术中超临界氧化反应的产物在冷却后输出超临界反应器,然后对含碳料浆进行预热相比,在本实用新型实施例中,即使含碳料浆已被预热至接近或达到超临界水的临界点温度,一次产物与含碳料浆之间仍存在较大的温差,从而使得一次产物能够持续而迅速地向含碳料浆提供传导热量,进而提高含碳料浆中的水在预热过程中由普通状态转变为超临界状态的速率,最终提高污泥的超临界处理的效率。

[0038] 此外,在现有技术中,从超临界反应器输出的超临界氧化反应的产物需要经过冷却,因此在利用该产物对含碳料浆进行预热时,该产物携带的热量中的大部分热量被冷却过程所消耗。而本实用新型将换热区 120 设置在超临界反应器内部,反应区 110 所产生的一次产物直接对换热装置 121 内的含碳料浆进行预热,因此可以将一次产物所携带的热量全部用于含碳料浆的预热,从而还能够显著减轻超临界氧化反应所产生的热能的浪费。

[0039] 请参阅图 1,在本实用新型实施例中,换热区 120 环绕反应区 110,且位于超临界反应器的外壁和反应区 110 之间,从而通过换热区 120 将反应区 110 和超临界反应器的外壁隔开,这样,通过上述一次产物与含碳料浆之间的换热,使得一次产物的温度显著降低,进而使得换热区 120 内的温度明显低于反应区 110 内的温度,换言之,换热区 120 能够充当水冷壁,对超临界反应器的外壁进行降温。因此,在本实用新型实施例中,超临界反应器的外壁的温度远低于反应区 110 内的温度,从而减轻高温对超临界反应器的外壁、以及外壁密封处的法兰等部件的伤害,进而为反应器外壁及法兰等器件的选材提供了便利条件。

[0040] 进一步地,可采用换热盘管作为换热装置 121,该换热盘管螺旋状地缠绕在反应区 110 外围(类似弹簧),该螺旋状的换热盘管的排布高度(类似于弹簧的长度)与反应区 110 的高度一致,也即换热盘管包围整个反应区 110 的侧壁,从而使得换热盘管不仅能够从换热区 120 中的一次产物中吸收热量,还能够从反应区 110 的侧壁吸收热量,从而既能够提高换热盘管中含碳料浆的加热效率,又能够更有效地对反应区 110 的外壁进行降温,进而降低高温对超临界反应器的危害。

[0041] 作为上述换热装置 121 的一个优选方案,在本实用新型实施例中,将螺旋状环绕反应区 110 的换热盘管中相邻的换热盘管之间的距离称为排布间隙,则该排布间隙不超过换热盘管外径的 1/4,以最大限度地提高换热盘管从反应区 110 吸收热量的效率。

[0042] 请参阅图 2、本实用新型实施例还提供了一种超临界反应系统,用于对含碳料浆进行处理,包括上述任一项技术方案所提供的超临界反应器 100,超临界反应器 100 包括反应区 110、换热区 120 和激冷区 130,换热区 120 内设有换热装置 121;其中,换热装置 121 用于向反应区 110 内导入含碳料浆;反应区 110 用于使含碳料浆进行超临界氧化反应,以生成一次产物;换热区 120 用于从反应区 110 接收一次产物,并通过一次产物含有的热能对换热装置 121 内的含碳料浆进行预热;激冷区 130 用于从反应区 110 和换热区 120 接收一次产物,并对一次产物进行冷却,以生成二次产物。

[0043] 相对于现有技术,本实用新型实施例提供的超临界处理系统具有的优势与上述超临界反应器 100 相对于现有技术所具有的优势相同,在此不再赘述。

[0044] 请参阅图 2,可选地,超临界反应系统还包括原料储罐 210 及液氧罐 220,其中,原料储罐 210 通过换热区 120 中的换热装置 121 与反应区 110 连通,用于储存含碳料浆;液氧罐 220 与反应区 110 连通,用于储存液氧。具体地,原料储罐 210 用于储存配置好的含碳料浆,为防止含碳料浆中的污泥颗粒沉降,原料储罐 210 中一般设有自动进行搅拌的装置,原料储罐 210 和换热装置 121 之间还可设有高压隔膜泵,该高压隔膜泵用于在含碳料浆进入反应区 110 之前,将含碳料浆升压至 25MPa 以上,以使含碳料浆能够顺利进入反应区 110;液氧罐 220 内储存有高压状态下的液氧,设置液氧罐 220 的目的在于,避免在污泥处理过程中将常压氧气直接加压至临界点压强以上所消耗的巨大能耗。

[0045] 请参阅图 2,作为上述技术方案的一个优化方案,超临界反应系统还包括与蒸汽透平 310 及第一水罐 320,蒸汽透平 310 和第一水罐 320 通过蒸汽换热管连通,部分蒸汽换热管位于激冷区 130 中;其中,第一水罐 320 用于向蒸汽换热管提供蒸发液,蒸汽换热管用于使激冷区中的一次产物和蒸汽换热管中的蒸发液换热,使得蒸发液变为蒸汽,蒸汽透平 310 用于从蒸汽换热管接收蒸汽,并将蒸汽中含有的热能转化为机械能。

[0046] 具体地,第一水罐 320 向蒸汽换热管提供蒸发液(蒸发液可为水等沸点较低的液体),蒸汽换热管部分位于激冷区 130 中,蒸发液在经过该部分位于激冷区 130 中的蒸汽换热管时,与蒸汽换热管外部的一次产物进行换热,形成高温的蒸汽。该蒸汽继续通过蒸汽换热管,最终输送至蒸汽透平 310(可采用冲动式透平),该蒸汽在喷嘴中膨胀,速度增大,温度压力降低,从喷嘴中喷出,带动工作叶片旋转,从而从旋转的叶片获得动能。通过上述手段,能够更充分地利用一次产物中含有的热能,降低超临界氧化反应中热能的浪费。可以理解的是,在激冷区 130 中使一次产物降温的过程中,若采用使一次产物与冷却液混合降温的方式,则在该混合降温的过程中也会产生大量蒸汽,因此,可通过超临界反应器上的气相出口以及配套管路,将上述一次产物与冷却液混合产生的蒸汽导出激冷区,与上述蒸发液蒸发所产生的蒸汽一同输送至蒸汽透平 310 并加以利用。

[0047] 请参阅图 2、进一步地,本实用新型提供的超临界反应系统还包括蒸汽换热器 410、第一分离器 420 及第二分离器 430;蒸汽换热器 410 包括换热腔体和换热腔体内的部分蒸汽换热管,且换热腔体内的部分蒸汽换热管位于激冷区中的部分蒸汽换热管和所述第一水罐之间;其中,第一分离器 420 通过换热腔体与激冷区 130 连通,第一分离器 420 用于接收并分离二次产物,生成三次气体产物和三次液体产物;第二分离器 430 与第一分离器 420 连通,用于对接收并分离三次液体产物,生成二氧化碳气体和第一渣水,蒸汽换热器用于使蒸汽换热管内的蒸发液与换热腔体内的二次产物换热。

[0048] 在应用本实用新型提供的超临界反应系统进行污泥的超临界处理的具体过程中，一次产物在激冷区 130 中被冷却，生成的二次产物由超临界反应器 100 上的液固出口排出，并通过配套管路被导入换热腔体，进而被导入第一分离器 420，连通换热腔体和第一分离器 420 的管路上可设有减压阀孔板等降压装置，使二次产物的压强降至临界点压强以下。由于此时的二次产物仍具有远高于通常大气压的压强，因此该第一分离器 420 可为高压分离器（对压强较高的混合物进行分离的装置），以更好地对二次产物进行分离。在该第一分离器 420 的作用下，二次产物被分离为三次气体产物和三次液体产物，其中，三次气体产物包括少量的可燃气体，如一氧化碳气体、氢气及甲烷等，因此在经过适当降压后，三次气体产物可作为燃料使用；三次液体产物则包括水、溶解在水中的少量二氧化碳以及少量固体残渣。

[0049] 在上述过程中，二次产物在进入第一分离器 420 之前需通过蒸汽换热器 410 中的换热腔体，由于换热腔体内还设有蒸汽换热管，蒸汽换热管中通过蒸发液，蒸发液优选为软水等不易使管路产生阻塞的液体。在蒸汽换热器 410 中，换热腔体中的二次产物将与蒸汽换热管内的蒸发液换热，从而进一步降低二次产物的温度，以便进行后续的管路传输以及分离过程等；并且，二次产物在冷却液在进入激冷区 130 前对冷却液进行预热，从而使得冷却液在通过位于激冷区 130 内的蒸汽换热管之前具有较高的初始温度，从而提高蒸发液转化为蒸汽的效率，

[0050] 上述在第一分离器 420 中生成的三次液体产物通过管路进入第二分离器 430，该连通第一分离器 420 和第二分离器 430 的管路上可设有减压阀孔板等降压装置，以进一步降低三次液体产物的压强，通入第二分离器 430 的三次液体产物的压强较低，因此第二分离器 430 可为低压分离器（对压强较低的混合物进行分离的装置），以便对该三次液体产物进行分离。在第二分离器 430 的作用下，三次液体产物被分离为二氧化碳气体和第一渣水，其中，二氧化碳气体可作为工业用原料气体，第一渣水包括水和少量固体残渣，可在过滤后排放。

[0051] 请参阅图 2、作为上述技术方案的又一优化方案，超临界反应系统还包括排渣锁斗 510，以及与排渣锁斗 510 分别连通的液氮罐 520、第二水罐 530 及第三水罐 540；排渣锁斗 510 与超临界反应器 100 中的激冷区 130 连通，用于从激冷区 130 接收固体残渣；液氮罐 520 用于向排渣锁斗 510 充入氮气，以使排渣锁斗 510 内的气压与激冷区 130 内的气压相等；第二水罐 530 还和激冷区 130 连通，用于在超临界氧化反应器运行时，向激冷区 130 提供冷却液，且第二水罐 530 还用于在对激冷区 130 进行清洗时，向激冷区 130 及排渣锁斗 510 提供清洗液，对激冷区 130 和排渣锁斗 510 进行清洗并生成第二渣水；第三水罐 540 与排渣锁斗 510 连通，用于回收第二渣水。其中：

[0052] 排渣锁斗 510 包括接管法兰、衬筒、锥筒、球形封头及连接组件等部件。其作用为清理激冷区 130 中的固体残渣，在本实用新型实施例中，排渣锁斗 510 可设置在激冷区 130 的下部，用于间歇性地对激冷区 130 内的固体残渣进行清理，避免激冷区 130 内灰渣累积及盐浓度增加。在具体进行清理时，需先通过液氮罐 520 向排渣锁斗 510 通入高压氮气，以使排渣锁斗 510 内的气压等于激冷区 130 内的气压，而后使激冷区 130 与排渣锁斗 510 连通，并通过第二水罐 530 向排渣锁斗 510 和激冷区 130 内分别提供清洗液（清洗液可为一次水等相对洁净的工业用水，在进入排渣所和激冷区 130 前需通过高压泵等升压装置进行加压，以使清洗液能够顺利进入激冷区 130 及排渣锁斗 510），对排渣锁斗 510 和激冷区 130

内的残渣进行冲洗,冲洗后的清洗液内含有固体残渣,即为上述第二渣水,第二渣水由第三水罐 540 接收且可在过滤后排放。

[0053] 此外,若采用使第一产物与冷却液混合的方法使第一产物降温,则还可通过第二水罐 530 向激冷区 130 提供冷却液,以充分利用第二水罐 530 的储液功能,降低超临界反应系统的制造成本,可以理解的是,在第二水罐 530 和激冷区 130 的管路上设有升压装置,以在通过第二水罐 530 向超临界反应器的激冷区 130 提供清洗液时,使冷却液能够顺利进入激冷区 130。

[0054] 请参阅图 2,进一步地,优选液氮罐 520 还与反应区 110 连通。如此设计,使得在超临界反应器 100 内的超临界氧化反应出现异常时,可使液氧罐 220 停止向反应区 110 内输送氧气,并使液氮罐 520 向反应区 110 内输送氮气,以在保持超临界反应器 100 中气压正常的前提下,逐渐以氮气代替超临界反应器中的氧气,使得超临界氧化反应停止,以提高超临界氧化器的安全性。

[0055] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同或相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于方法实施例而言,由于其基本相似于装置实施例,所以描述得比较简单,相关之处参见产品实施例的部分说明即可。

[0056] 以上所述,仅为本实用新型的具体实施方式,但本实用新型的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本实用新型揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。因此,本实用新型的保护范围应以所述权利要求要求的保护范围为准。

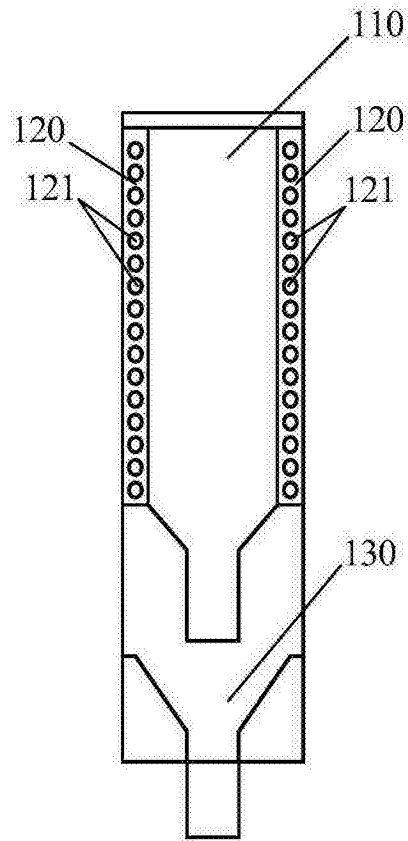


图 1

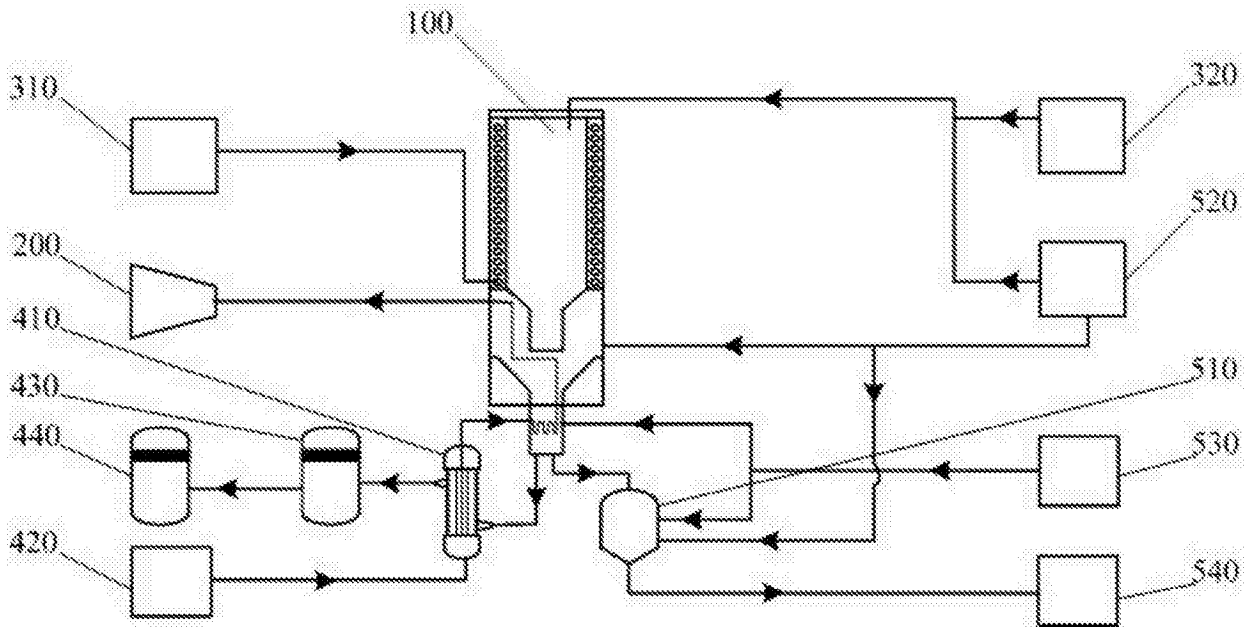


图 2