



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210367384 U

(45)授权公告日 2020.04.21

(21)申请号 201690001838.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.11.15

C02F 11/08(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

C02F 103/16(2006.01)

2019.06.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2016/077687 2016.11.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/091069 EN 2018.05.24

(73)专利权人 奥图泰(芬兰)公司

地址 芬兰埃斯波

(72)发明人 A·斯卡塞拉 R·布里吉

B·施特格曼 V·哈特曼司徒但特

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 王海宁

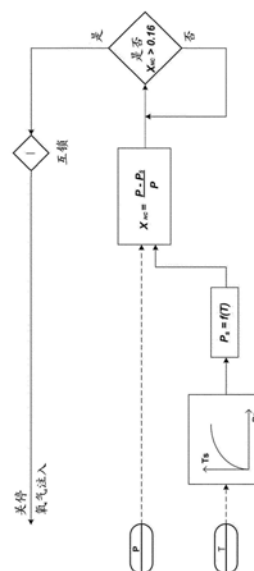
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)实用新型名称

用于处理含碳浆料的设备

(57)摘要

一种用于处理含碳浆料的设备,包括:至少一个闪蒸罐(10),所述闪蒸罐具有至少一个入口导管(2),该入口导管用于引入经由浆料供应管(1)提供的未处理和/或部分处理的浆料,用于向所述浆料中引入含氧气体的包含阀门(4)的气体供应管(3),用于从蒸气/气体混合物中分离水的至少一个冷凝器(30),用于从至少一个闪蒸罐(10)排出蒸气/气体混合物并将蒸气/气体混合物引向所述至少一个冷凝器(30)的气体出口管(20),至少一个温度传感器(40)和一个压力传感器(41),用于关闭所述阀门(4)的控制单元(5),其中温度传感器(40)和压力传感器(41)位于所述至少一个冷凝器(30)的下游。



1. 一种用于处理含碳浆料的设备,包括:

至少一个闪蒸罐(10),所述闪蒸罐具有至少一个入口导管(2),该入口导管用于引入经由浆料供应管(1)提供的未处理和/或部分处理的浆料,

用于向所述浆料中引入含氧气体的气体供应管(3),该气体供应管包含阀门(4),

至少一个冷凝器(30),用于从蒸气/气体混合物中分离水,

用于从至少一个闪蒸罐(10)排出蒸气/气体混合物并将蒸气/气体混合物引向所述至少一个冷凝器(30)的气体出口管(20),

用于确定所述蒸气/气体混合物的温度的至少一个温度传感器(40),和用于确定所述蒸气/气体混合物的压力的一个压力传感器(41),和

用于关闭所述阀门(4)的控制单元(5),

其中温度传感器(40)和压力传感器(41)位于所述至少一个冷凝器(30)的下游。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述气体供应管(3)直接与所述浆料供应管(1)一起出现,使得含氧气体被引入所述闪蒸罐(10)上游的浆料中。

用于处理含碳浆料的设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于处理通常由上游氧化铝生产过程产生的含碳浆料(carbonaceous slurry)的方法和设备,特别包括如下步骤:在150℃至350℃的温度和高于相关沸点的压力下将含氧气体注入所述浆料从而导致主要包含水、氧气、氮气和氢气的蒸气/气体混合物,确定所述蒸气/气体混合物中水蒸气的体积分数,以及如果所述蒸气/气体混合物中的水蒸气的体积分数低于0.84则停止注入含氧气体,优选富氧气体或纯氧。

背景技术

[0002] 在用于处理含碳浆料的方法中,在升高的温度和压力下通过氧化剂无焰地燃烧(即氧化)含碳分子,所述氧化剂是例如以空气或纯氧形式包含的氧气,这通常称为湿氧化并且描述于US 2,665,249中。认为当充当氧化剂时,氧不再处于气相。它首先溶解到液体中并且氧化。典型地,氧以亚化学计量和低于溶解度的方式供应。目的是避免废气中过量的O₂成为氧化物质。与限制含碳物质含量的其他方法相比,湿氧化是产生基本上清洁的液相的非常能量有效和成本有效的方法。对湿氧化过程化学的现代理解是双自由基氧通过与水和/或含碳分子的反应而开始自由基反应。

[0003] 湿氧化的常见问题是经由氢原子和水分子的重组形成单质氢和 OH-自由基,作为副产物的氢气产生增加。即使在所产生的少量氢气中,也可能与气相中可能存在的任何氧气形成爆炸性混合物,其中该混合物在湿氧化过程所需的高温 and 高压下容易点燃。

[0004] 为了解决这个问题,Arnsward("Removal of organic carbon from Bayer liquor by wet oxidation in tube digesters",Light Metals 1991,23-27页)已建议测量湿氧化过程中产生的气体中的氧气含量。由于在高于300℃的典型工艺温度下氧气含量在3到97体积%之间时,氢气和氧气的混合物是爆炸性的,因此Arnsward建议在氧气含量超过 3体积%时关停该湿氧化过程。

[0005] 另一方面,含有物类水蒸气、氢气和氧气的气体混合物不是爆炸性的,只要水蒸气、氢气和氧气的混合物中的水蒸气含量超过0.84 的体积分数即可。

[0006] 在湿氧化过程中存在的高温 and 压力下难以确定气流中的水含量,这就是为什么氧气含量被Arnsward用作参考的原因。

[0007] 使用氧气含量作为爆炸性混合物的参考,预计在要分析气体的提取和爆炸性氢气/氧气混合物的检测之间的停滞时间高达90秒,因为在通过该过程下游的分析仪分析氧气含量之前,对蒸气/气体混合物进行提取和精制。

[0008] 已经进行了若干努力以减少所述形成的检测时间,所有这些都使用氧气含量作为参考。其中一个主要优点是氧气检测器易于获得。

[0009] 本实用新型的目的是减少在湿氧化过程中检测爆炸性氧气/氢气混合物的停滞时间(dead time),以及降低投资成本和维护要求并改善所用工序的可靠性。

实用新型内容

[0010] 具体而言,本实用新型提供了一种处理含碳浆料的方法,该含碳浆料例如通过上游氧化铝生产过程产生。通过在150℃至350℃(优选 150至300℃)的温度和高于各自沸点的压力下将含氧气体(优选氧气含量>20体积%的富氧气体)注入所述浆料中,获得至少包含水和氢气的蒸气/气体混合物。这是由于含碳分子的分解导致通过副反应形成水和氢气。

[0011] 在所述的过程中,氧气可能是无处不在的,因为它被大量引入。然而现有技术利用氧气传感器来确定蒸气/气体混合物中的氧气含量,但本实用新型提出了确定所述蒸气/气体混合物中的水的体积分数。如果水的体积分数低于0.84(优选0.9),则立即停止注入含氧气体,这可防止爆炸性氧气/氢气混合物的进一步形成。根据本实用新型,如下确定蒸气/气体混合物中水的摩尔分数:

[0012] 在该过程的任何过程点处测量的水蒸气和不可冷凝物(NC)如氢气和氧气的混合物的压力代表该混合物的绝对压力,其由水蒸气和不可冷凝物的分压之和组成。

[0013] 测量给定过程点处的绝对压力和温度允许确定以下内容:

[0014] • 使温度和压力(通过水和蒸气的IAPWS配方)相互联系以获得纯水和饱和蒸气相,在给定过程点处测量的温度是与该过程点处的蒸气/不可冷凝物混合物中的饱和蒸气的分压对应的温度。经由IAPWS配方,可以计算相应的饱和压力 P_s 。

[0015] • 知道了水蒸气/不可冷凝物混合物(NC)的绝对压力 P 和该混合物中蒸气分数的分压 P_s ,允许计算该混合物中的不可冷凝物的摩尔分数 X_{NC} (=体积份额):

$$[0016] \quad X_{NC} = \frac{P - P_s}{P}$$

[0017] 化合物的体积分数定义为给定体积中所述化合物的量除以相应混合物中所有成分的总量。

[0018] 图1显示了通过温度/压力测量分别检测爆炸性蒸气/气体混合物。

[0019] 因此,如果蒸气/气体混合物的水含量高到足以防止爆炸性混合物的形成,则上游工艺步骤中的水含量将高于蒸气/气体混合物中的水的体积分数的临界极限0.84,优选0.9。换言之,蒸气/气体混合物中的水含量偏离其中发生湿氧化的上游工艺步骤中的水含量。因此,连续且立刻地确定蒸气/气体混合物中的水的体积分数允许减少爆炸性氧气/氢气混合物的形成和检测之间的停滞时间。

[0020] 然而,清除 $N_{\text{气体}}$ (可能含有氧气)将仍需要与 O_2 检测行程同样长的时间。为了避免停滞时间,有必要对 O_2 和分压同时进行。

[0021] 使用蒸气/气体混合物的温度和压力来确定特定测量点处的水的体积分数。所述确定基于以下事实:在湿氧化过程的每个点,获得水饱和的气相。换言之,观察到冷凝(液体)水和水蒸气之间的动态平衡。对于纯(100体积%水)相,该平衡由水蒸气压饱和曲线描述。然而,湿氧化过程中的水饱和气相还含有不可冷凝的气体,例如氢气和氧气。由于这些不可冷凝的气体的存在,冷凝水和气态水之间的平衡被“扭曲”,使得饱和水混合物的温度不再与绝对压力相关,而是与水的分压相关,然后该分压允许量化水的体积分数或摩尔分数。换言之,不可冷凝气体的存在导致如果与纯水相的预期温度相比而言更低的实测温度。

[0022] 因此,根据本实用新型使用温度和压力传感器。由于需要这些传感器来控制湿氧化过程参数,因此不需要另外的传感器。此外,温度和压力传感器非常坚固并且几乎不需要维护,整体工艺成本降低。

[0023] 优选地,水的摩尔分数是0.84至1.0,优选0.9至1.0,氧气的摩尔分数是0至0.16,且氢气的摩尔分数是0至0.16,并且其中蒸气/气体混合物的所有成分的摩尔分数之和为1。

[0024] 通过上述程序确定水的摩尔分数。图2示出了在给定系统压力下测量的温度差异,水-蒸气混合物中的水蒸气分数为0.84。

[0025] 优选地,在分离大部分的水之后测量蒸气/气体混合物的温度和压力,例如,经由冷凝器蒸气/气体混合物中的冷凝。作为直接的安全机制,在所确定的水蒸气分数过低的情形中,可以停止水的冷凝,同样可停止含氧气体的引入。停止的冷凝增加了冷凝器下游的水含量,因此进一步防止在冷凝器下游形成爆炸性氢气/氧气混合物。

[0026] 在另一个优选的实施方案中,将化学惰性气体(例如氮气)添加到从至少一个闪蒸罐中移出的蒸气/气体混合物中。这可以在闪蒸罐之后直接进行。然而,特别优选在水分离的下游提供入口,因为水分离促进爆炸性混合物的形成。化学惰性气体的添加进一步提供了一种工序,其能够非常快速地(即在小于30秒内)将氢气/氧气混合物调节到非爆炸性条件。

[0027] 在这方面,特别优选调节惰性气体如氮气的量,使得在蒸气/气体混合物的情形中,确定水的摩尔分数小于0.84。这进一步防止了爆炸性氢气/氧气混合物的存在。

[0028] 通过一种用于处理含碳浆料的设备进一步解决本实用新型的目的,该设备包括:

[0029] 至少一个闪蒸罐(10),所述闪蒸罐具有至少一个入口导管(2),该入口导管用于引入经由浆料供应管(1)提供的未处理和/或部分处理的浆料,

[0030] 用于向所述浆料中引入含氧气体的气体供应管(3),该气体供应管包含阀门(4),

[0031] 至少一个冷凝器(30),用于从蒸气/气体混合物中分离水,

[0032] 用于从至少一个闪蒸罐(10)排出蒸气/气体混合物并将蒸气/气体混合物引向至少一个冷凝器(30)的气体出口管(20),

[0033] 用于确定所述蒸气/气体混合物的温度的至少一个温度传感器(40),和用于确定所述蒸气/气体混合物的压力的一个压力传感器(41),和

[0034] 用于关闭所述阀门(4)的控制单元(5),

[0035] 其中温度传感器(40)和压力传感器(41)位于所述至少一个冷凝器(30)的下游。

[0036] 具体而言,这种设备,特别是氧化铝生产工艺的下游,包括至少一个闪蒸罐,该闪蒸罐具有至少一个入口用于引入经由供应管提供的未处理和/或部分处理的浆料—相对于其在含碳物质上的含量。此外,提供了一种气体供应管,用于在闪蒸罐上游将含氧气体引入所述浆料,以允许必要的停留时间用于氧气溶解到所述浆料中及其与含碳物质的反应。气体供应管包括用于调节引入工艺中的氧气量的阀门。闪蒸罐具有气体/蒸气出口管,用于将蒸气/气体混合物从至少一个闪蒸罐排出。该设备还包括用于测量所述蒸气/气体混合物的温度的至少一个温度传感器,和用于测量所述蒸气/气体混合物的压力的一个压力传感器,以及用于确定水的体积分数的控制和计算单元。如果蒸气/气体混合物中水蒸气的摩尔分数低于0.84,则关闭气体供应管的阀门以避免形成爆炸性混合物。

[0037] 在优选的实施方案中,该设备包含至少一种冷凝器蒸气/气体混合物。可以在最后闪蒸罐的下游提供串联或并联连接的一个或多个冷凝器,以便从每个闪蒸罐的蒸气/气体混合物合并流中除去水。这种设备布局降低了总体建造成本,因为仅需要一个或几个冷凝器。作为替代,必须为每个闪蒸罐提供一个冷凝器。因此,相应设备的建造成本较高,但是可以独立地调节每个闪蒸罐的湿氧化过程的条件(如温度和压力)。

[0038] 在这方面,进一步优选的是,温度传感器和压力传感器位于冷凝器的下游。

[0039] 在另一个优选实施方案中,气体供应管与浆料供应管一起出现,使得含氧气体被引入闪蒸罐上游的浆料中。因此,允许氧气和含碳物质之间的反应时间在进入闪蒸罐之前完成,而不增加闪蒸罐内浆料的停留时间。换言之,实现了在引入闪蒸罐之前对浆料进行的一种预处理。

[0040] 根据另一优选实施方案,气体出口管,特别是直接地,将蒸气/ 气体混合物引导到冷凝器,在该冷凝器中使水与蒸气/气体混合物分离。

[0041] 可从下面的附图说明获得本实用新型的其他目的、特征、优点和可能应用。所描述和/或说明的所有特征本身或任何组合形成本实用新型的主题。

附图说明

[0042] 图1显示了一种用于爆炸性蒸气/气体混合物的检测方案,

[0043] 图2显示了根据本实用新型的系统中的压力和温度之间的比率,和

[0044] 图3示意性地显示了根据本实用新型的用于处理含碳浆料的设备。

具体实施方式

[0045] 在图3中,经由供应管1和导管2将含碳浆料引入闪蒸罐10。在闪蒸罐10内,经由喷射单元11分配浆料,使得增强气体/液体或浆料分离。经由气体供应管3和导管2将含氧气体或技术纯氧(>95体积%) 引入设备和闪蒸罐10。通过调节阀门4调节添加的氧气量。通过控制单元5来控制所述阀门4。在图3所示的优选实施方案中,氧气直接引入浆料和闪蒸罐10的上游,这增加了氧气和含碳材料之间的反应时间,而不增加浆料在闪蒸罐10中的保留时间。

[0046] 在导管2和闪蒸罐10内部,由于氧气和含碳材料之间的反应而发生含碳材料的分解。由此产生包含水、氧气和氢气的蒸气/气体混合物。经由导管20将所述蒸气/气体混合物从闪蒸罐10移除。

[0047] 剩余的浆料经由导管21从闪蒸罐10移除。如图3所示,几个闪蒸罐可以串联连接在闪蒸罐10的下游,具有用于移除在所述随后闪蒸罐中产生的蒸气/气体混合物的相应导管,以及用于移除剩余浆料的导管。在所提供的每个闪蒸罐的下游,产生的蒸气/气体混合物被移除并且要么随后与来自闪蒸罐10的蒸气/气体混合物在导管20中合并,要么为每个闪蒸罐提供单独的蒸气/气体混合物移除导管,这增加了该过程的灵活性,因为每个闪蒸罐可以被完全独立地控制。最后,来自所有闪蒸罐的蒸气/气体混合物被引导到至少一个冷凝器30中,但优选地被引导到单独和指定的冷凝器中,如图3所示。

[0048] 以类似的方式,从每个闪蒸罐中移除的剩余浆料可以被引导到随后的闪蒸罐中(如图3所示),或者用于剩余浆料的每个移除导管可以合并成一个排放导管用于排出剩余泥浆。

[0049] 关于冷凝器30,优选为本实用新型设备的每个闪蒸罐提供冷凝器。在所述冷凝器30中(或在为所提供的每个闪蒸罐分配的每个冷凝器中),来自蒸气/气体混合物的水被冷凝并因此与不可冷凝的物质分离。不可冷凝的物质主要是氢气和氧气,但也可包括氮气、二氧化碳、一氧化碳、甲烷或具有极低沸点(例如低于-50℃)的其它副产物。

[0050] 从冷凝器30,包含水作为主要成分的冷凝物经由导管33被移除。从本实用新型设备的冷凝器30移除的水基本上没有任何污染,特别是含碳材料,并且可以用于上游工艺,例如,作为用于生产铝的上游拜耳工艺的悬浮介质。因此,本实用新型的设备可以包括在联合系统中,从而减少所需的新鲜水量。作为替代,所述水可以作为基本上纯净的水排放到环境中,特别是在进一步处理之后,例如去除无机物质。

[0051] 经由导管20至20x,来自最后闪蒸罐(或来自所有的结合闪蒸罐)的剩余蒸气/气体混合物经受冷凝器30至30x(或者至分配给每个相应闪蒸罐的冷凝器)。特别是在剩余浆料已通过每个闪蒸罐并因此从最终闪蒸罐中移除的情况下,剩余的浆料基本上没有含碳物质。通常,取决于工艺温度、停留时间和氧气添加,含碳物质通常减少50至90%。在任何情况下,将处理过的剩余浆料经由导管32从工艺中移除。

[0052] 经由阀门35至35x以及分配给阀门35至35x的控制单元36至36x,调节从工艺中移除的冷凝物的量。

[0053] 蒸气/气体混合物的不可冷凝成分经由导管37至37x从冷凝器30至30x中移除。在图3所示的优选实施方案中,温度传感器40至40x和压力传感器41至41x测定在冷凝器30至30x中的大部分水移除之后留下的不可冷凝成分的温度和压力。由于冷凝器30至30x内的水的移除,最关键(即最少)体积分数的水与导管37至37x中的氢气和氧气一起存在。在水的体积分数小于0.84的情况下,通过关闭阀门4停止经由导管3和2的氧气供应,并且首先防止在冷凝器上游形成爆炸性混合物。此外,在冷凝器下游即将要形成氢气和氧气的爆炸性混合物的情形中,可以停止冷凝器30至30x中的水冷凝。

[0054] 蒸气/气体混合物的不可冷凝成分经由导管37至37x和38至38x的移除受阀门50至50x与所分配的控制单元51至51x一起控制。

[0055] 通过以下实施例进一步说明本实用新型和停滞时间的减少:

[0056] 实施例1

[0057] 对于水蒸气/不可冷凝物混合物的四种不同测量压力(50,30,10,5巴绝对压力),示出了纯水蒸气相的预期温度以及不可冷凝物的摩尔/体积分数为0.05、0.1和0.15的情形中实际测量的温度。

[0058]

P[巴, 绝对] 测量	T[℃] 测量	T[℃] 没有不可冷凝物	P _s [巴, 绝对] 经由 IAPWS 计算	X _{mc} [-] 计算
50	260.8	263.9	47.5	0.05
50	257.4	263.9	45	0.10
50	254.0	263.9	42.5	0.15
30	231.0	233.9	28.5	0.05
30	228.0	233.9	27	0.10
30	225.0	233.9	25.5	0.15
10	177.7	179.9	9.5	0.05
10	173.3	179.9	9.0	0.10
10	172.9	179.9	8.5	0.15
5	149.9	151.8	4.75	0.05
5	147.9	151.8	4.5	0.10
5	145.8	151.8	4.25	0.15

[0059] 附图标记

- [0060] 1 供应管
 [0061] 2 导管
 [0062] 3 供应管
 [0063] 4 调节阀门
 [0064] 5 控制单元
 [0065] 10 闪蒸罐
 [0066] 11 喷涂单元
 [0067] 20-20x 导管
 [0068] 21 导管
 [0069] 30-30x 冷凝器
 [0070] 32-34 导管
 [0071] 35-35x 阀门
 [0072] 36-36x 控制单元
 [0073] 37-37x 导管
 [0074] 37-38x 导管
 [0075] 40-40x 阀门
 [0076] 41-41x 控制单元
 [0077] 50-50x 阀门
 [0078] 51-51x 控制单元
 [0079] 60x, 61x 导管。

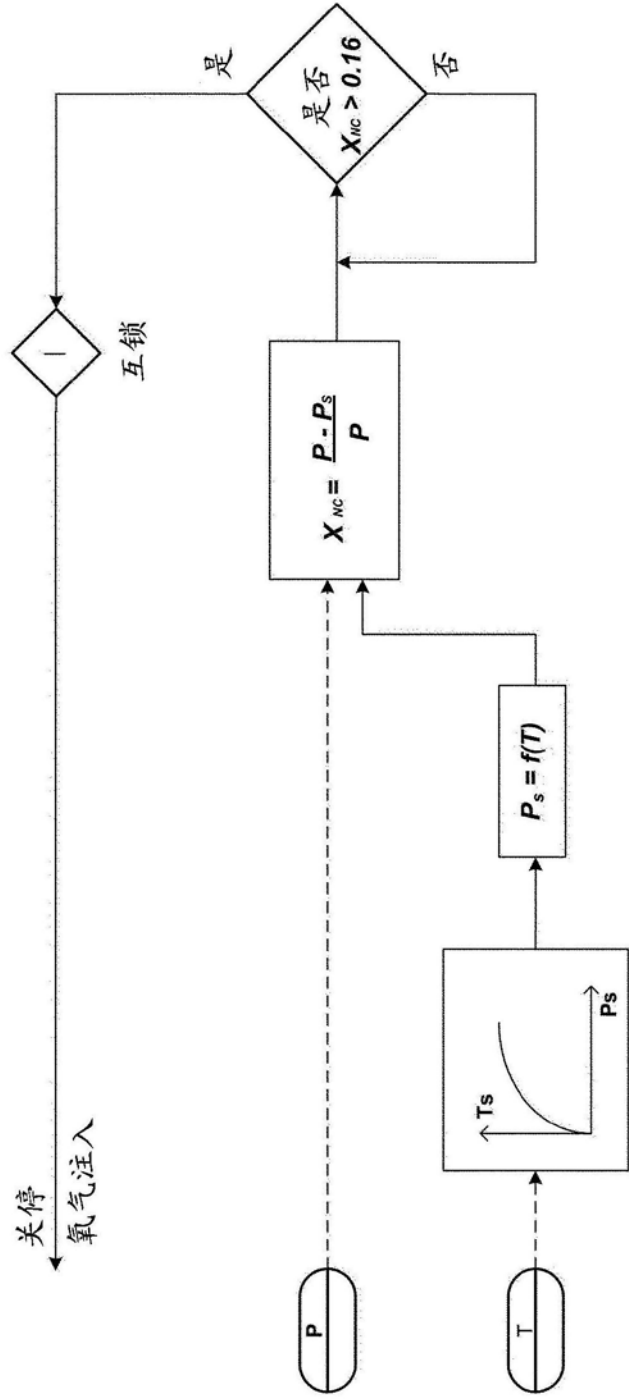


图1

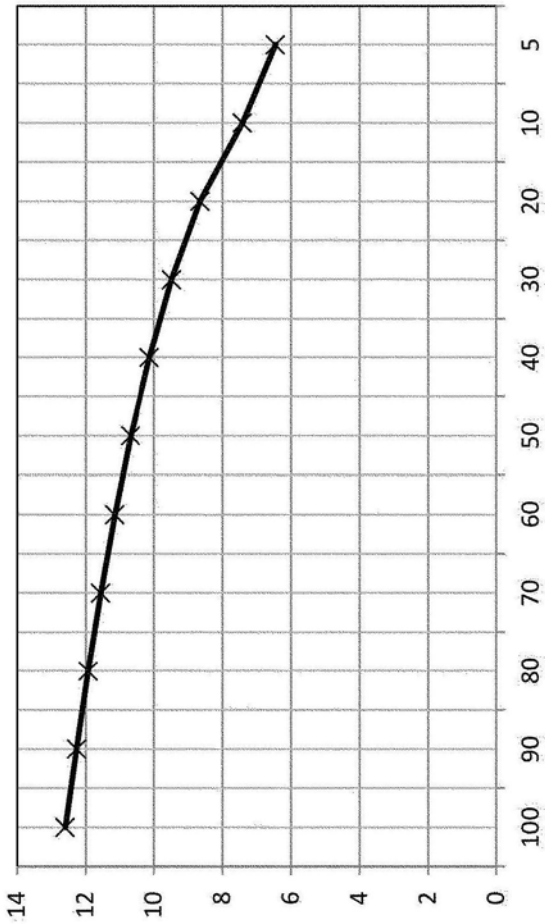


图2

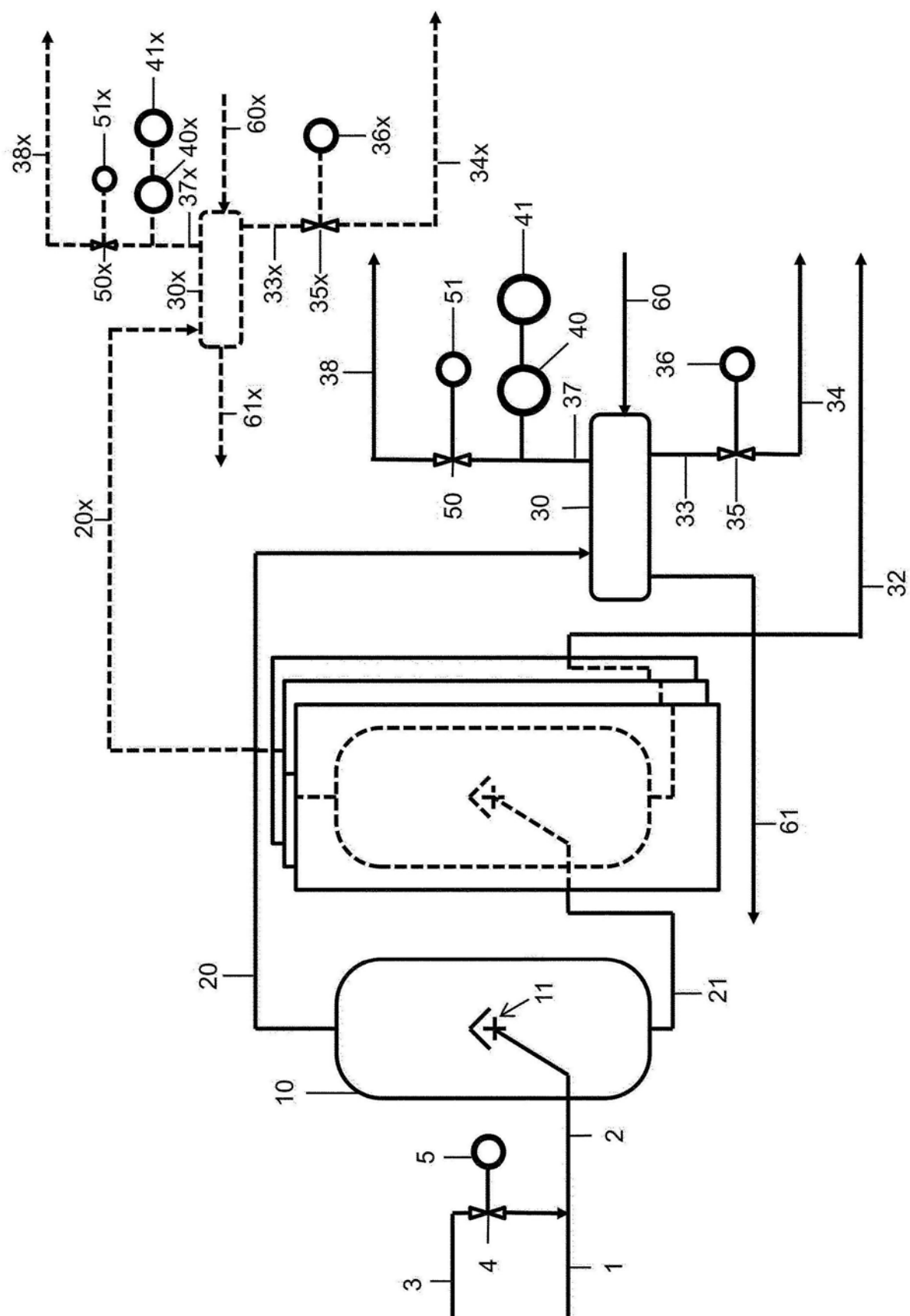


图3