



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105358232 B

(45)授权公告日 2017.10.13

(21)申请号 201480038546.4

(72)发明人 P·C·G·顺斯 W·M·R·迪克斯

(22)申请日 2014.07.04

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105358232 A

代理人 龙淳 顾小曼

(43)申请公布日 2016.02.24

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

B01D 47/06(2006.01)

13175399.8 2013.07.05 EP

B01D 47/10(2006.01)

C07C 273/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.01.05

(56)对比文件

AU 679330 ,1995.08.29,

(86)PCT国际申请的申请数据

FR 2600553 A1,1987.12.31,

PCT/NL2014/050445 2014.07.04

US 4507129 ,1985.03.26,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/002535 EN 2015.01.08

EP 0514902 A1,1992.11.25,

审查员 朱红霞

(73)专利权人 斯塔米卡邦有限公司

地址 荷兰,锡塔德

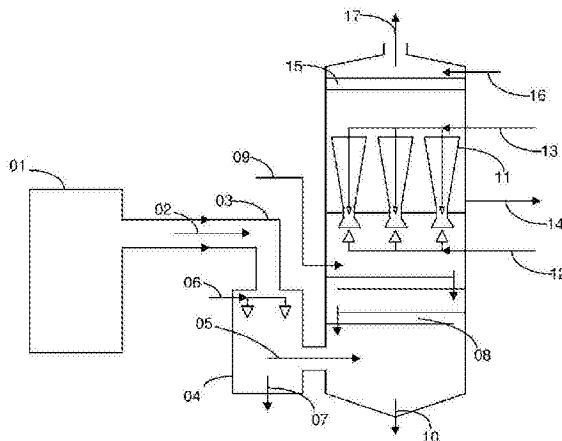
权利要求书1页 说明书10页 附图1页

(54)发明名称

尿素精整中的粉尘的去除

(57)摘要

本发明公开了一种用于从尿素生产装置的精整区段(1)的废气中去除尿素粉尘的方法,所述方法包括使所述废气经受用水(06)骤冷以产生骤冷废气,并且使用至少一个文丘里洗涤器(11)对所述骤冷废气进行洗涤。因此,达到越过洗涤器的较低压降,和更有效的尿素粒子生长,从而促进其去除。



1. 一种用于从尿素生产装置精整区段的废气中去除尿素粉尘的方法,所述方法包括用水将所述废气骤冷产生温度低于45℃的骤冷废气,并且使用至少一个文丘里洗涤器对所述骤冷废气进行洗涤,由此所述骤冷步骤在所述废气进入所述文丘里洗涤器之前进行,并且由此所述文丘里洗涤器中加入了洗涤液。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述骤冷步骤是通过喷射进行的。

3. 一种用于从尿素生产装置精整区段的废气中去除尿素粉尘的方法,所述方法包括用水将所述废气骤冷使气流的温度降低50℃以上产生骤冷废气,并且使用至少一个文丘里洗涤器对所述骤冷废气进行洗涤,由此所述文丘里洗涤器中加入了洗涤液。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述骤冷废气具有低于45℃的温度。

5. 根据前述权利要求中任一项3或4所述的方法,其中进行所述骤冷,使所述气流的温度降低60℃以上。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中使所述气流的温度降低65℃以上。

尿素精整中的粉尘的去除

[0001] 本发明属于尿素生产领域,并且涉及从与固体尿素粒子生产(尿素精整)相关的废气中去除尿素粉尘。特别是,本发明涉及降低从这种尿素生产装置精整区段中出现的尿素粉尘的排放量。本发明还涉及尿素生产装置,以及涉及翻新现有的尿素生产装置。

背景技术

[0002] 尿素是从氨和二氧化碳生产的。当今的尿素生产涉及相对清洁的方法,特别是尿素粉尘和氨的低排放量。然而,除了尿素的化学合成之外,商业规模的尿素生产需要以合适的固体颗粒形式提供尿素。为此,尿素生产涉及精整步骤,其中使尿素熔体呈所需微粒形式,通常涉及造粒(prilling)、成粒(granulation)和制粒(pelletizing)中的任一种。

[0003] 造粒曾经是最常用的方法,其中尿素熔体以液滴形式分布在造粒塔中并且由此液滴随着其落下而固化。然而,通常希望最终产品相比于由造粒技术所产生者具有更大的直径和更高的抗压强度。这些缺点导致流化床成粒技术的发展,其中将尿素熔体喷射在随着过程继续而尺寸增长的颗粒上。

[0004] 在注入成粒机中之前,添加甲醛以防止结块并增加最终产品的强度。

[0005] 为了除去在结晶期间释放的能量,将大量的冷却空气供应到成粒单元。离开精整区段的空气尤其含有尿素粉尘。为了提高尿素生产的需求并提高法律和环境要求以降低排放水平,希望去除尿素粉尘,并符合不断提高的标准。

[0006] 在过去的几十年中,空气污染控制已成为优先关注的社会问题。许多国家都已经制定了非常精细的监管方案,旨在要求工厂和其他主要的空气污染源安装最好的可用控制技术(BACT)以从释放到大气中的气态流出物流中除去污染物。空气污染控制标准变得越来越严格,因此不断需要更有效的污染控制技术。另外,运行污染控制设备的运营成本可能是巨大的,并且因此也不断需要更有效的技术。

[0007] 尿素粉尘的去除本身具挑战性,因为废气(主要是空气)的量是巨大的,同时尿素粉尘的浓度较低。典型的气流约为 $750000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。其中尿素粉尘的典型浓度是约2重量%。此外,一部分尿素粉尘具有亚微米尺寸。满足现行标准意味着需要去除较大部分的这种亚微米粉尘。

[0008] 另一个问题是尿素精整中需要大量的空气,导致这部分生产过程由于需要具有大的电力消耗的非常大的排风扇而成为成本相对较高的工作。特别是,当空气经受洗涤以减少尿素粉尘并且特别是较大部分的亚微米粉尘向大气中的排放时,由于洗涤装置中不可避免的压降,在过程中轻易地损失相当大量的能量。

[0009] 一种众所周知类型的用于从气态流出物流中去除污染物的装置是文丘里洗涤器。文丘里洗涤器通常被认为是具有可用洗涤装置的最高细粒收集效率。在文丘里洗涤器中,流出物气体被强制或牵拉通过具有狭窄“喉”部的文丘里管。随着空气移动通过喉部,其被加速到高速度。呈液滴形式的洗涤液(通常是水)通常在喉部被添加到文丘里管并进入气流。所使用的水滴通常比有待收集的污染物粒子大许多数量级,并且因此以不同速率加速通过文丘里管。差异加速度造成水滴与污染物粒子之间的相互作用,以使得所述污染物粒

子被水滴收集。收集机制主要涉及粒子与液滴之间的碰撞以及粒子向液滴表面的扩散。在任一种情况下,粒子被液滴捕获。取决于污染物粒子的尺寸,这些机制中的一种或另一种可能占主导地位,其中扩散是非常小的粒子的主要收集机制,而碰撞或截留是较大粒子的主要机制。文丘里洗涤器也可以通过扩散有效地收集高度可溶的气态化合物。这些洗涤机制的详细说明在Air Pollution Control Theory (空气污染控制理论), M. Crawford, (McGraw-Hill 1976)的第9章中进行了讨论。

[0010] 这种类型的洗涤器的一个主要特征是它比其他洗涤器造成更大的压降,达到所希望的高收集效率所需的估计压降为约100毫巴。然而,鉴于其对于去除亚微米粒子(如尿素粉尘)的适宜性,将希望利用文丘里洗涤器。应理解,使用文丘里型洗涤装置呈现出降低与其相关的不可避免的能量损失的进一步希望。

[0011] 一些背景参考文献提出在尿素精整中使用文丘里洗涤。

[0012] FR 2 600 553涉及从气体中去除粉尘,例如来自尿素造粒的形式。所述方法包括在文丘里洗涤之前通过向气流中喷射液体而使气体经受预洗涤。预洗涤步骤的目的是不添加额外的洗涤液,其将导致低的压降。即,以产生具有足够大尺寸的液滴的方式施用洗涤液以洗出小的粒子。

[0013] EP 514 902涉及从尿素生产装置的精整区段的废气中去除尿素粉尘的方法。添加水以与文丘里洗涤器一起作用,在重力下沿着文丘里管壁以膜形式向下流动。向上流动的气体将所述膜雾化,从而形成洗涤液,即目的在于形成与有待去除的氨和任选地尿素粉尘相互作用的液滴。

[0014] 实际上,现今使用的大部分文丘里洗涤器是“自雾化的”,即,通过使液体流入文丘里管的喉部中来形成液滴,所述液体在所述文丘里管中被气流雾化。虽然非常容易实现,但这种方法不能产生具有非常小的中值直径的液滴。

[0015] 在改进文丘里洗涤器的收集效率时所利用的主要方法是减小喉部的尺寸或增加气体流过系统的总速率。这两种方法都增加了随着污染物粒子和液滴通过文丘里管的喉部时它们之间的差异速度。这造成粒子与液滴之间发生更大的相互作用,从而提高了污染物去除。然而,以这种方式增加收集效率需要向系统中输入显著更高的能量,从而导致更高的运营成本。由于可归因于喉部直径降低的总体流动阻力增大,或由于通过文丘里管的总流动速率增大,消耗额外的能量。在任一种情况下,穿过文丘里管的压降增加并且需要更大的泵送能力。因此,迄今为止,增加文丘里洗涤器的细粒收集效率的努力都涉及大量增加向系统中的能量输入。

[0016] 在空气污染控制领域中特别关注的是“光学活性”粒子的收集。如本文所用,术语“光学活性粒子”应被理解是指具有在约0.1至1.0微米范围内的直径的平均粒子。在控制这些粒子的努力中,EPA最近已降低了对于小于2.5微米的粒子的排放量的“PM 2.5标准”。在常规的文丘里洗涤器中,这些和更小的粒子由于其尺寸小而难以收集。然而,在这个尺寸范围内的粒子目前造成所测量的排放。

[0017] 所希望的是如下的装置和方法,其允许在文丘里洗涤器中使用清洁液对来自大的气流的细粒进行有效和经济的洗涤。具体需求包括降低洗涤液泵送要求,降低穿过文丘里管的压降,改进洗涤器性能,和更好地控制穿过文丘里洗涤器的压降。

[0018] 现在希望提供一种以有效去除尿素粉尘的方式处理尿素精整区段的废气的方法。

还希望提供一种改进去除的方法。

[0019] 并且,此外,希望以提高能量效率的方法来实现这个目的。

[0020] 本发明的另一个目的是提供一种空气污染控制系统,其能够补偿通过系统的流动变化。

发明内容

[0021] 为了更好地解决前述希望中的一种或多种,本发明在一个方面提出了从尿素生产装置的精整区段的废气中去除尿素粉尘的方法,所述方法包括使所述废气经受用水骤冷,特别是以产生具有低于约45°C的温度的骤冷废气,并且使用至少一个文丘里洗涤器对所述骤冷废气进行洗涤。

[0022] 在另一个方面,本发明涉及用于尿素生产装置的精整设备,所述精整设备包括尿素精整装置,所述尿素精整装置包括液体尿素入口、冷却气体入口、固体尿素收集器、废气出口和至少一个文丘里洗涤器,其中所述废气出口与所述文丘里洗涤器流体连通(例如经由气流管线),并且其中骤冷系统如喷雾骤冷器安装在所述尿素精整装置与所述文丘里洗涤器之间。

[0023] 在另一个方面,本发明提供一种尿素生产装置,其包括合成和回收区段(A);所述区段与蒸发区段(B)流体连通,所述蒸发区段与精整区段(C)流体连通并具有通向冷凝区段(E)的气流管线;所述精整区段(C)具有通向粉尘洗涤区段(D)的气流管线,其中所述粉尘洗涤区段包括至少一个文丘里洗涤器(F),并且其中骤冷系统(G)安装在所述精整区段(C)与所述文丘里洗涤器(F)之间,所述骤冷系统和所述精整区段(C)与所述粉尘洗涤区段(D)之间的气流管线流体连通。

[0024] 在另一个方面,本发明是修改现有的尿素生产装置的方法,所述尿素生产装置包括合成和回收区段(A);所述区段与蒸发区段(B)流体连通,所述蒸发区段与精整区段(C)流体连通并具有通向冷凝区段(E)的气流管线;所述精整区段(C)具有通向粉尘洗涤区段(D)的气流管线,其中所述粉尘洗涤区段(D)具有至少一个文丘里洗涤器,并且其中所述方法包括在所述精整区段(C)与所述文丘里洗涤器(F)之间安装骤冷系统(G),所述骤冷系统和所述精整区段(C)与所述粉尘洗涤区段(D)之间的气流管线流体连通。

附图说明

[0025] 图1描绘了具有根据本发明的精整区段的尿素生产装置的方块图。

[0026] 图2示出了在本发明中使用的粉尘洗涤系统的示意图。

具体实施方式

[0027] 在广义上,本发明是基于对尿素精整区段的废气使用骤冷并结合使用至少一个文丘里洗涤器的明智洞察。令人惊讶的是,废气骤冷不仅对节约能源具有有利的效果,而且也有助于更有效地去除尿素粉尘。

[0028] 应理解,由于液体的不同目的,用于洗涤气流的液体不是以诱导气体骤冷的方式施用。如本发明中所施用的骤冷具有冷却气体的目的,优选冷却至低于约45°C的温度,并产生接近平衡的液体饱和度。优选地,以使得形成如此小的液滴以便液滴快速蒸发的方式和

稠度喷射液体,并且在短时间内使蒸气中的液体饱和度达到接近平衡。

[0029] 优选地,骤冷流具有低于45°C、更优选低于40°C、最优选低于35°C的温度。离开尿素生产装置(例如在流化床成粒中)的精整区段的废气的典型空气温度为约110°C。在骤冷后,温度优选低于45°C。因此,气流的温度典型地降低50°C以上,优选60°C以上,并且最优选65°C以上。

[0030] 在本说明书中提及“流体连通”时,这是指尿素生产装置的第一部分或区段与尿素生产装置的第二部分或区段之间的任何连接,流体、特别是液体可经由所述连接从所述尿素生产装置的第一部分流动到所述尿素生产装置的第二部分。这种流体连通通常是通过泵送系统、软管或本领域技术人员众所周知的用于传输流体的其他装置来提供。

[0031] 在本说明中提及“气流管线”时,这是指尿素生产装置的第一部分或区段与尿素生产装置的第二部分或区段之间的任何连接,气体或蒸气、特别是水蒸气可经由所述连接从所述尿素生产装置的第一部分流动到所述尿素生产装置的第二部分。这些气流管线通常包含泵送系统,或本领域技术人员众所周知用于传输气体的其他装置,如果需要的话在高于或低于(真空)大气压下。

[0032] 在提及“文丘里洗涤器”时,这可能是指单个文丘里洗涤器或多个文丘里洗涤器。此外,一个或多个文丘里洗涤器自身可包含一个或多个文丘里管。

[0033] 本发明涉及尿素精整。尿素生产工艺的这个部分是指获得固体尿素的区段。

[0034] 举例来说,具有根据本发明的精整区段的尿素生产装置的示意图描绘于图1中。为方便起见,下文讨论的尿素生产装置的部分是指图1中所含的元件。这并不意味着根据本发明构建的任何尿素生产装置需要符合图1。

[0035] 这种精整区段,即图1中的区段(C),可为造粒塔、成粒区段、制粒区段,或基于任何其他精整技术的区段或设备。成粒区段可为流化床成粒,或鼓式成粒,或盘式成粒,或任何其他类似和已知的成粒装置。这种精整区段的主要功能是将如从尿素合成获得的尿素熔体转移至固化粒子流中。这些固化粒子,通常被称为“小粒”或“颗粒”,是来自尿素生产装置的主要产品流。在任何情况下,为了将尿素从液相转移到固相,必须除去结晶热。此外,通常从固化尿素粒子除去一些额外的热量,以将其冷却至适于进一步加工和处理(包括这种最终产品的安全和舒适的储存和运输)的温度。在精整区段中所产生的总热量去除通常以两种方式进行:(i)通过水的蒸发。这种水作为尿素熔体的一部分进入精整区段,或者以液态水形式喷射在精整工艺中的适当位置;(ii)通过用空气冷却。通常通过用空气冷却来去除大部分的结晶/冷却热。冷却过程的冷却空气在高温下离开精整区段。

[0036] 通常施用等于3-30kg空气/kg最终固化产品,优选3-10kg的量的空气。这是尿素生产装置的精整区段的典型废气。

[0037] 在精整区段(C)中,空气与尿素熔体和固化尿素粒子直接接触。这无意中导致空气在一定程度上被一些尿素粉尘和氨污染。根据精整区段(造粒/成粒、成粒类型、在成粒中选择条件的性质,在空气中存在的粉尘量可广泛改变,已观察到在0.05重量%至10重量%(关于最终产品流)范围内的值。对于基于成粒的精整区段,粉尘量更通常在2重量%至8重量%的范围内。粉尘在废气中的这种存在通常使得需要除尘系统(D),出于环境或经济考虑,随后可以将空气再排放到大气中。

[0038] 在粉尘洗涤区段(D)中,通常使用循环尿素溶液作为洗涤剂来进行粉尘洗涤。通常

也在此顶部上施用新鲜水洗涤。在粉尘洗涤区段D中,获得尿素溶液的净化流。这种净化流通常具有浓度为10-60% (以重量计) 的尿素。为了再处理在这种净化流中存在的尿素,使净化流返回至蒸发区段(B),它在蒸发区段(B)中被进一步浓缩,然后再循环至精整区段(C)。清洁空气从粉尘洗涤排放到大气中。

[0039] 根据本发明,在一个方面中,提供用于从尿素生产装置的精整区段的废气中去除尿素粉尘的方法。所述方法包括使所述废气经受用水骤冷以产生骤冷废气,并且使用至少一个文丘里洗涤器对所述骤冷废气进行洗涤。

[0040] 骤冷是指向废气中添加水。这通常是通过一个或多个骤冷器,即用于将水引入气流中的装置来进行的。这种引入通常将使得水被充分分散到气体中的方式来进行。优选地,通过将水喷射在精整区段与粉尘洗涤区段之间的气流管线中而将水引入气体中。这可以通过将液体喷射在紧邻粉尘洗涤区段之前的管道中来进行。它也可以是配备有喷雾系统的单独的腔室或塔。喷雾系统、合适的雾化喷嘴等是本领域技术人员已知的。优选地,以使得形成如此小的液滴以便液滴快速蒸发的方式和稠度喷射液体,并且在短时间内使蒸气中的液体饱和度达到接近平衡。

[0041] 利用喷雾骤冷器的骤冷区段将优选包括(a) 其中通过水的引入(例如注入)和蒸发来冷却有待骤冷的气体的区段;(b) 粉尘收集盆,用于收集从气体除掉的粉尘;(c) 安装在圆柱形部分上并由配备有注射喷嘴的喷管组成的喷雾器系统,和具有泵的供水系统。

[0042] 来自精整区段,例如来自流化床成粒机的造粒塔的废气(或“气态流出物”)旨在包括其中夹带有液体或固体微粒材料的流出物流,包括可随着流出物流被冷却而冷凝的蒸气。

[0043] 在骤冷区中,气态流出物被冷却至低得多的温度,优选低于约45°C。许多冷却热流出物流的方法是本领域技术人员已知的。

[0044] 用于本发明中的优选方法涉及通过喷嘴将冷却液如水喷射至气体中。不希望受理论约束,本发明人认为,喷雾骤冷有助于通过使水与粉尘粒子相互作用来有效地去除粉尘。

[0045] 这是喷雾骤冷的出乎意料的益处。在本领域中,与尿素无关,但例如与烟道气有关,气态流出物的冷却在过饱和系统中具有效果。其中,将流出物冷却造成流出物流中的可冷凝蒸气经历相变。

[0046] 这些蒸气的冷凝将自然地发生在流出物流中充当成核点的粒子周围。因此,出于以下两个原因,流出物流的预冷却是有用的。首先,可冷凝污染物被转化为液相并且从而更容易从流出物中去除。其次,成核过程增大了流出物中的预先存在的粒子的尺寸,从而使得更容易将其去除。

[0047] 通过骤冷去除较大的粒子可防止较大的粒子与亚微米粒子竞争作为成核位点。如上所述,理想的是亚微米粒子由于冷凝而尺寸增加,以使得它们更容易从流出物流中去除。

[0048] 关于在本发明中处理的气态流出物、即尿素生产装置的精整区段的废气的问题是它呈亚饱和状态。作为唯一的可冷凝蒸气,废气含有有限量的水。因此,它应该被冷却至相比于通过骤冷可达到而低得多的值以按需要获得水冷凝物。

[0049] 事实是,通过喷雾骤冷,在亚饱和尿素精整废气中,与水的相互作用能够促进粉尘的有效去除,因此这是令人惊讶的。不希望受理论约束,本发明人认为,这种作用是由喷射水的蒸发造成的。这造成温度的降低,和气相中的水量增加。因此,水与亚微米粉尘之间的

相互作用成为可能。

[0050] 文丘里洗涤器是已知的装置,其被设计以有效地使用来自入口气流的能量以将用于洗涤气流的液体雾化。文丘里洗涤器由三个部分组成:会聚部分、咽喉部分和发散部分。入口气流进入会聚部分,并且随着面积减小,气体速度增加。液体是在喉部或在入口处引入会聚部分中。

[0051] 被迫在小的咽喉部分以非常高的速度移动的入口气体从其壁剪切液体,从而产生数目众多的非常微小的液滴。随着入口气流与微小液滴的雾混合,在咽喉部分发生粒子和气体去除。入口流然后通过发散部分离开,在发散部分中它被迫减速。文丘里管可用于收集微粒和气态污染物,但相比于气态污染物,它们更有效地去除粒子。

[0052] 因此,文丘里洗涤器本来是合适的用于从气流中去除尿素粉尘的洗涤装置。然而,用于此目的的文丘里洗涤器的使用由于与其相关的相对高运营成本而具有限制。这特别是指在文丘里洗涤器中出现的不可避免的压降,其结果是相对高量的能量输入失去。后者对于尿素生产装置的能量消耗具有不利影响,并且这是从经济和环境两个角度进行的关注。尤其是后者将意味着一种缺点(空气污染)交换为另一种缺点(能量消耗)。

[0053] 根据本发明,在气体经受文丘里洗涤之前,来自尿素精整区段的废气的骤冷步骤具有出乎意料的双重作用。

[0054] 一方面,来自尿素精整区段的废气的骤冷导致降低了进入文丘里洗涤器的废气的温度。这种温度降低导致气体体积减小并且因此导致压降降低。这反过来又导致在装置中保留了更高百分比的能量。

[0055] 另一方面,所述骤冷导致气相中存在大量的水滴,并且因此导致在存在尿素粉尘的气流(废气)中存在蒸气。根据理论,这将不会预期带来显著影响。在本领域中,公认气溶胶粒子(如对于尿素粉尘典型的是在亚微米和微米尺寸范围内)由于水从围绕这些粒子的过饱和气体中冷凝在这些粒子上而生长。如果围绕气溶胶/粒子的气体是饱和或亚饱和的,但不是过饱和的,则从气溶胶粒子的湿表面不存在水的生长或甚至负生长。因此,粒子保持相同尺寸或甚至发生从粒子表面蒸发。普遍的看法是,过饱和度(称为因子S)需要大于1(1)以获得水在气溶胶上的冷凝,这对于获得粒子生长是必要的。纵观关于去除亚微米粉尘粒子的领域,公认为有效去除需要在过饱和状态中存在水蒸气的气氛。

[0056] 特别是在尿素精整领域中,例如在尿素成粒技术中,公认实际上不可能获得精整步骤下游的过饱和气流。这可以关于大量的相对干燥空气并且因此在来自尿素精整(例如来自成粒机)的废气中天然存在的低水量的存在进行解释。实际上,系统最初(在精整区段中)从几乎零饱和度起始,即,不饱和情况过于强烈以致于不能达到饱和水平,更不用说饱和。此外,考虑以下:

[0057] -大量的液滴的存在,其充当冷凝晶种;

[0058] -在骤冷区段中的短滞留时间;

[0059] -热力学限制(不存在使液态水蒸发成蒸发水所需的能量);

[0060] -系统的开始强烈不饱和;

[0061] 实际上在骤冷区段中不能达到过饱和状态。

[0062] 然而,针对本领域公认的看法,本发明人发现,令人惊讶的是,在骤冷时相对大量的水冷凝在微米尺寸和亚微米尺寸的尿素粒子上。这导致微米尺寸和亚微米尺寸粒子的显

著生长。由于水在亚微米尺寸粒子上的冷凝而导致的所述粒子的这种生长导致了显著较大的粒径,其使得粒子在骤冷区段下游的文丘里区段中在可接受的压降下更容易被收集/捕获。

[0063] 因此,总的来说,本发明的方法带来技术措施的明智组合,所述技术措施协同作用以满足本领域中的前述需求。具体地,尿素粉尘的更有效去除意味着可以在较低的压降下操作文丘里洗涤器。此外,废气在其进入文丘里洗涤器之前的骤冷产生较小体积的气体,和因此较低的压降。或者,换言之,通过冷却进入文丘里管的空气而进行的降低穿过文丘里洗涤器的压降的需求,可以通过用于所述冷却的骤冷方法的另一种(出乎意料的)作用来实现,即尿素粒子生长,和因此其更有效去除。总体而言,本发明导致非常良好的亚微米尿素粒子的收集/洗涤效率,在适度压降下,从而允许使用更小的设备,并消耗更少的功率。一方面,后者是由于较低的压降,另一方面对于压降的需求更小,这是由于因骤冷的出乎意料的作用造成的更高的效率。

[0064] 本发明还涉及用于进行上述方法的设备。这是指用于尿素生产装置的精整设备。其中存在尿素精整装置,其包含执行其功能的适当属性。这些属性是本领域技术人员已知的,并且通常包括液体尿素入口、冷却气体入口、固体尿素收集器(通常:尿素粒子,优选是颗粒),和废气出口。所述废气出口与至少一个文丘里洗涤器的入口(所述入口是通向会聚部分)流体连通(通常经由气流管线)。根据本发明,骤冷系统,优选是喷雾骤冷器,安装在尿素精整装置与文丘里洗涤器之间。应理解,以使得水从其中喷射进入从精整区段的出口和文丘里洗涤器的入口流动的气流的方式安装骤冷系统。

[0065] 在一个优选的实施例中,除尘系统包括多个并联操作的文丘里洗涤器。优选地,除尘系统经过如此设计以使得这些平行文丘里管可彼此独立地操作,即同时使用的文丘里管的数目,可在过程中按需要调整。优选的系统是由Envirocare提供的系统。

[0066] Envirocare洗涤器由骤冷区段组成,其下游安装有所谓的MMV区段(微雾文丘里管)。所述MMV区段由多个平行的文丘里管组成。在MMV区段中,大量的液体通过单相喷嘴被喷射在与气流呈顺流的文丘里管的喉部中,从而产生一致和可调节的液滴尺寸,通常在50 μ m至700 μ m范围内。液滴尺寸是可用于控制粉尘去除效率的参数。

[0067] 在文丘里管中,微粒物质与水滴之间发生紧密接触。微粒物质与水滴之间出现多个流道,这是因为最初水滴被气流加速(并因此具有比气流低的速度),而在文丘里管的后部分中,由于膨胀,气体速度降低,而液滴处于特定速度并由于惯性而维持其速度(现在液滴具有比气流高的速度)。

[0068] 与气流呈逆流方式发生所谓的喉部喷雾,其控制穿过文丘里区段的压降。以这种方式,气流波动可以在或多或少的恒定效率下调节。

[0069] 因此,虽然在标准的文丘里管中,通过剪切力产生水滴(或者更确切地说,水片段),但在Envirocare概念中,产生特定尺寸(和形状)的水滴。这确保了水的良好和有效的分布以及因此良好的洗涤。因此,虽然在标准的文丘里洗涤器中,水的混合取决于剪切质量、喉部和发散区内部的流动模式,但在Envirocare概念中,混合得到控制。

[0070] 虽然标准的文丘里洗涤器的收集效率强烈取决于气流波动(因此压降波动),但Envirocare洗涤器通过喉部喷雾控制压降。

[0071] 利用高效率文丘里洗涤器的尿素生产装置的成粒区段的电力消耗估计为52千瓦

时/吨。利用Envirocare洗涤器,在骤冷下,尿素生产装置的成粒区段的电力消耗达到47千瓦时/吨。

[0072] 文丘里洗涤依赖于洗涤液滴与污染物粒子之间的差异速度。气态流出物和喷雾液滴都以相对低的速度进入文丘里管的入口锥中。主要随着粒子和液滴经历通过文丘里管喉部加速来实现差异速度。正常情况下,尺寸小得多并且质量小得多的污染物微粒迅速加速以在很短距离内达到周围气体的速度。另一方面,洗涤液的液滴通常更大和具有更大规模,因此它们花费更长时间来达到气流的速度。

[0073] 通常,这些液滴直到喉部末端或超过喉部末端才达到这种最终速度。因为差异速度才造成洗涤,所以一旦液滴和粒子达到相同的速度,则两者之间的相互作用数目将降低至无意义的点,并且不会发生进一步洗涤。

[0074] 洗涤器含有容纳在洗涤器容器中的多个文丘里管(venturi tubes)。所有的文丘里管基本上相同,并且具有类似的设计。使用多个文丘里管的优点是,它允许更紧凑的整体设计并且降低了单独的喷嘴的尺寸。较小的喷嘴能够更好地产生效率所需的精细洗涤液滴。文丘里管的数目影响效率和压降。

[0075] 在本发明中使用的洗涤器设计特别适合于翻新现有的污染控制设备以提高洗涤效率并降低运营成本。为了翻新现有的低能量碰撞洗涤器,多个文丘里管可容纳在碰撞腔室中或在一个或多个碰撞板后的腔室延伸部分中。

[0076] 骤冷区段被设置在MMV洗涤塔上游的气体管道中并且洗涤溶液提供在用于对来自流化床成粒机的气体流出物进行骤冷和冷却的区段(或其他精整区段)处。骤冷区段使用来自文丘里洗涤器容器的洗涤溶液执行使气流从约100°C绝热加湿或骤冷到约50°C的温度的功能。

[0077] 本发明还涉及包括如上所述的精整区段的尿素生产装置。更具体地,如图1的实例中所示的本发明的尿素生产装置包括合成和回收区段(A);其与蒸发区段(B)流体连通。所述蒸发区段与精整区段(C)流体连通,并具有通向冷凝区段(E)的气流管线。所述精整区段(C)具有通向粉尘洗涤区段(D)的气流管线。根据本发明,所述粉尘洗涤区段包括至少一个文丘里洗涤器(F),和骤冷系统,优选是喷雾骤冷器(G)。所述骤冷系统安装在精整区段(C)与文丘里洗涤器(F)之间,并且和所述精整区段(C)与粉尘洗涤区段(D)之间的气流管线流体连通。优选地,如上文所概括,使用多个文丘里洗涤器。应理解,任何所需数目的文丘里管与精整区段的气体出口流体连通(通常经由气流管线)。

[0078] 本发明适用于构建新的尿素生产装置(“基层”装置)以及重修现有的尿素生产装置。

[0079] 应理解,根据本发明的新的尿素生产装置可以仅遵照上述进行构建。在翻新现有的生产装置时,本发明涉及以某种方式修改现有的尿素生产装置的方法,所述方式确保所述生产装置具有配备有至少一个洗涤器的粉尘洗涤区段,并且其中骤冷系统安装在精整区段与洗涤器之间并且所述洗涤器被替换或修改为文丘里洗涤器。在另一种实施例中,除了一个或多个文丘里洗涤器之外,可使用另外的酸洗涤器来改进氨的去除。这种洗涤器优选安置在一个或多个文丘里洗涤器的下游。

[0080] 本发明不限于任何特定的尿素生产方法。

[0081] 经常使用的根据汽提方法用于制备尿素的方法是二氧化碳汽提方法,如例如

Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (乌尔曼工业化学百科全书), 第A27卷, 1996, 第333-350页中所述。在这种方法中, 合成区段后接着一个或多个回收区段。合成区段包括反应器、汽提器、冷凝器和洗涤器, 其中操作压力为12至18MPa并且优选为13至16MPa。在合成区段中, 离开尿素反应器的尿素溶液被供给到汽提器, 其中大量的未转化的氨和二氧化碳与尿素水溶液分离。这种汽提器可以是壳管式热交换器, 其中尿素溶液在管侧被供给到顶部并且进料至合成的二氧化碳被添加至汽提器的底部。在壳侧, 添加蒸汽以加热溶液。尿素溶液在底部离开热交换器, 而气相在顶部离开汽提器。离开所述汽提器的蒸气含有氨、二氧化碳和少量的水。所述蒸气冷凝在降膜型热交换器或者可为水平型或垂直型的浸没型冷凝器中。水平型浸没式热交换器描述于Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (乌尔曼工业化学百科全书), 第A27卷, 1996, 第333-350页中。在所述冷凝器中由放热氨基甲酸酯缩合反应释放的热量通常用于产生蒸汽, 其被用于对尿素溶液进行加热和浓缩的下游尿素加工区段中。由于在浸没型冷凝器中产生特定液体滞留时间, 因此一部分尿素反应已发生在所述冷凝器中。所形成的含有冷凝氨、二氧化碳、水和尿素以及非冷凝的氨、二氧化碳和惰性蒸气的溶液被送到反应器。在反应器中, 从氨基甲酸酯到尿素的上述反应接近平衡。离开反应器的尿素溶液中的氨与二氧化碳的摩尔比一般为2.5至4mol/mol。也有可能将冷凝器和反应器组合在一台设备上。这台设备的实例如Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (乌尔曼工业化学百科全书), 第A27卷, 1996, 第333-350页中所述。离开尿素反应器的所形成尿素溶液被供给到汽提器并且含有非冷凝氨和二氧化碳的惰性蒸气被送到在与反应器类似的压力下操作的洗涤区段。在所述洗涤区段中, 从惰性蒸气中洗涤氨和二氧化碳。来自下游回收系统的所形成的氨基甲酸酯溶液被用作所述洗涤区段中的吸收剂。在这个合成区段中离开汽提器的尿素溶液需要至少45重量%并且优选至少50重量%的尿素浓度以在汽提器下游的一个单回收系统中进行处理。所述回收区段包含加热器、液体/气体分离器和冷凝器。这个回收区段中的压力为200至600kPa。在回收区段的加热器中, 通过加热尿素溶液而将大部分的氨和二氧化碳与尿素和水相分离。通常使用蒸汽作为加热剂。尿素和水相含有少量的溶解的氨和二氧化碳, 其离开回收区段并被送到下游尿素加工区段, 其中通过从所述溶液中蒸发水来浓缩尿素溶液。

[0082] 其他方法和生产装置包括基于如下技术的那些, 例如由Urea Casale开发的HEC方法、由东洋工程公司 (Toyo Engineering Corporation) 开发的ACES方法和由Snamprogetti开发的方法。在本发明的尿素精整方法之前, 可使用所有的这些方法和其他方法。

[0083] 尿素精整技术, 例如造粒和成粒, 是本领域技术人员已知的。关于尿素, 参考例如Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (乌尔曼工业化学百科全书), 2010, 第4.5章。

[0084] 下文将参考以下实例来进一步说明本发明。所述实例并不旨在限制本发明。

[0085] 实例

[0086] 本实例涉及图2, 其示出了本发明的示例性粉尘洗涤系统。通过精整区段 (01) 产生载有夹带的尿素粉尘粒子的废气流。从精整区段 (01), 经由管道 (03) 将废气流 (02) 递送至粉尘洗涤系统。

[0087] 粉尘洗涤系统以两个阶段从废气流02中去除尿素粒子。在第一洗涤阶段 (所谓的骤冷阶段) 中, 废气02流过骤冷区段04, 其中从废气中除去大部分的大的尿素粒子, 从而产

生部分洗涤的废气流流出物作为流05。

[0088] 此外,在骤冷区段04中,废气02被冷却并用水湿润。优选的是,流05中的气体接近水分饱和。

[0089] 为了冷却、饱和和洗涤的目的,将液流06经由喷嘴引入骤冷区段04中。液流06可为干净的水流或尿素水溶液。所形成的尿素溶液07从骤冷区段中排出。这种尿素溶液07可以被排出,但也可以部分再循环至流06。

[0090] 以下阶段08对于尿素应用是任选的。所述阶段08包括洗涤阶段,其中冷凝的蒸气和尺寸增大的微米和亚微米粒子在一定程度上可从废气流去除。对于这个目的,将洗涤液09引入洗涤阶段的顶部,在向下渗滤通过洗涤阶段08期间,发生一些粒子收集。所形成的尿素溶液10从这个区段08中排出。尿素溶液10将作为洗涤液部分地再循环。

[0091] 废气流流向MMV区段11(即微雾文丘里管)。废气流过文丘里管11。在每个文丘里管下方,液体喷射喷嘴在文丘里管中顺流喷射液滴,所谓的MMV喷雾(12)。用于MMV喷雾的液体可为清洁的水或尿素水溶液。

[0092] 与废气流呈逆流形式,经由文丘里管喉部内部的喷嘴发生所谓的喉部喷雾。喉部喷雾液体(13)可为水或尿素水溶液。

[0093] 含有溶解的尿素的来自MMV阶段的洗涤水作为液流14排出。在MMV区段下游,安装除雾器区段15以捕获液滴和/或润湿的粒子。所述除雾器被补充水流16润湿。清洁的废气17流离开粉尘洗涤器。

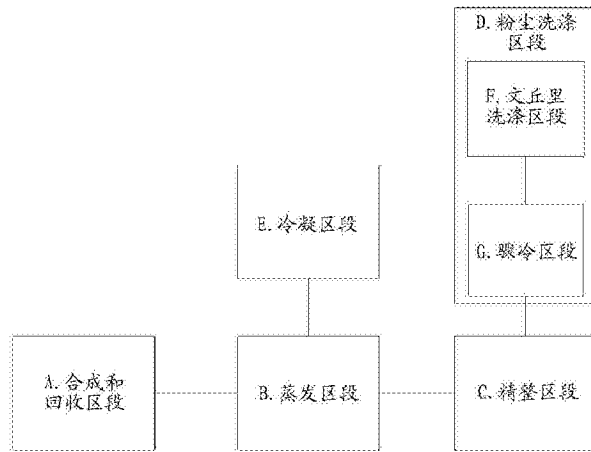


图1

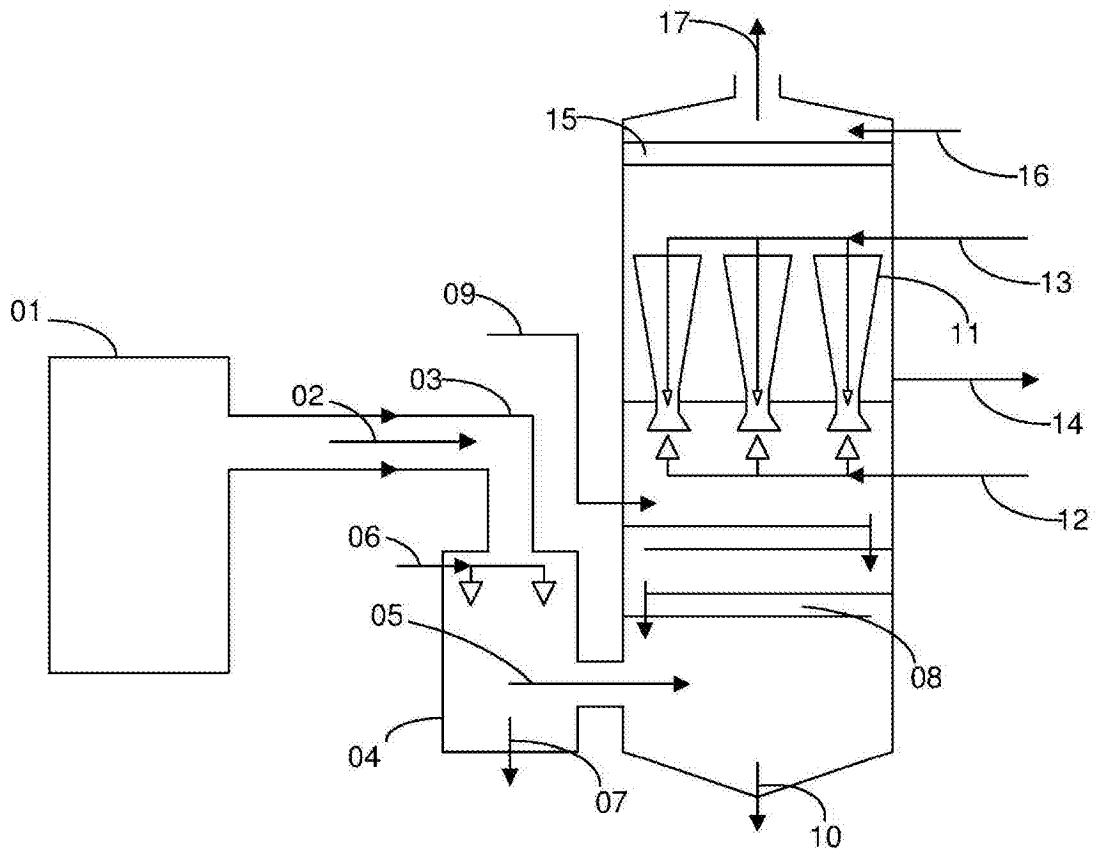


图2