



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111282412 A

(43)申请公布日 2020.06.16

(21)申请号 202010208672.7

(22)申请日 2020.03.23

(71)申请人 厦门紫金矿冶技术有限公司  
地址 361115 福建省厦门市翔安区舩山南路3号

申请人 紫金矿业集团股份有限公司

(72)发明人 陈杭 石瑀 王俊娥 袁水平  
吴星琳 张恒星

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51)Int.Cl.

B01D 53/56(2006.01)

B01D 53/78(2006.01)

B01D 53/96(2006.01)

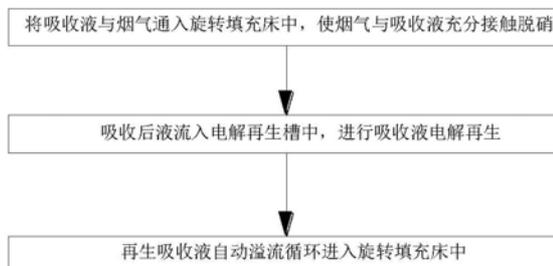
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺

(57)摘要

本发明公开了再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺,选用旋转填充床作为脱硝反应器,提高了反应器传质系数,脱硝效果大幅提高,并采用低气液比的作业方式,避免了MnO<sub>2</sub>产物在反应器中沉淀、结垢、堵塞的问题,而且可以有效提高高锰酸钾的利用率。另外,本发明工艺中脱硝体系决定了电解体系为锰酸钾、尿素、片碱,本发明工艺设计了吸收液中各成分比例,以提高后续电解再生步骤中锰酸钾的浓度比例,降低尿素浓度比例,避免碱性体系下尿素在阳极会发生分解副反应、抑制高锰酸钾的生成、加剧尿素的消耗的问题。相较于传统的高锰酸钾再生工艺,本发明工艺电解体系中锰酸钾浓度相对较低,因此本发明工艺采用了全新的低电流密度的电解参数,可有效降低能耗。



1. 一种再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺,其特征在于,包括如下步骤:

S1、将吸收液与烟气通入旋转填充床中,使烟气与吸收液充分接触,烟气中的至少部分NO氧化为NO<sub>2</sub>,并进一步被还原产生N<sub>2</sub>;所述吸收液包括高锰酸钾、氢氧化钠和尿素,高锰酸钾的质量浓度为50~150g/L,氢氧化钠的质量浓度为20~120g/L,尿素的质量浓度为5~30g/L;

S2、将步骤S1完成后得到的吸收后液流入电解再生槽中,进行吸收液电解再生;电解再生槽中,电流密度为10~60A/m<sup>2</sup>,电解液温度为50~80℃;

S3、步骤S2中电解再生得到的再生吸收液自动溢流至循环槽中,并通过循环槽再次进入所述旋转填充床中。

2. 根据权利要求1所述的再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺,其特征在于,步骤S1中,所述烟气中NO<sub>x</sub>的含量为200~2000ppm,烟气温度为20~100℃。

3. 根据权利要求1所述的再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺,其特征在于,步骤S1中,烟气与吸收液的气液比为50~250。

4. 根据权利要求1所述的再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺,其特征在于,步骤S1中,旋转填充床的转速为500~3000r/min。

5. 根据权利要求1所述的再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺,其特征在于,所述再生电解再生槽中配有离子交换膜,用于提高电流效率。

## 一种再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及烟气治理技术领域,具体涉及一种再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺。

### 背景技术

[0002] 氮氧化物( $\text{NO}_x$ )主要包括 $\text{NO}$ 和 $\text{NO}_2$ ,主要来自火电厂烟气,汽车尾气以及化工、冶金类工厂排放的工业尾气,是大气中的主要污染物之一,严重威胁着人类的自然生活环境,如破坏臭氧层、形成光化学烟雾、酸雨等。近年来,随着我国工业化、城市化进程加速,大气污染情况日益严峻,氮氧化物处理已经成为一个十分严峻的问题

[0003] 目前, $\text{NO}_x$ 污染的主要防止技术是烟气脱硝,脱硝方法主要有干法和湿法两类。干法脱硝技术主要有催化还原法、等离子体氧化法、吸附法等。干法中的选择催化还原法(SCR)技术成熟、脱硝率高,但存在投资及运营费用高、操作温度范围窄、催化剂易失活等问题。湿法脱硝技术主要有酸吸收、碱吸收、氧化吸收等。较于干法脱硝技术,具有工艺设备简单、二次污染小、投资运营成本低等优势。氧化吸收法是湿法脱硝技术的主要方法,实际应用主要取决于氧化剂的成本,目前主流的氧化剂选择有 $\text{O}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{NaClO}_2$ 等。

[0004] 中国专利申请CN2015108110966公开了一种烟气湿法同时脱硫脱硝工艺,将待净化的烟气通入吸收反应器,与含有碱类脱硫剂、尿素和强氧化剂(高锰酸钾等)的吸收液充分接触,烟气中的 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 能同时得到净化,环境效益较好;中国专利申请CN201510810966公开了一种基于双氧水和高锰酸钾氧化 $\text{NO}$ 强化烧结烟气中同步脱硫脱硝的工艺,可减少能源消耗,降低成本;中国专利申请CN200810121594公开了一种液相氧化—吸收两段式湿法烟气脱硝工艺,采用高锰酸钾等氧化剂液相氧化 $\text{NO}$ ,简化了工艺流程,达到在吸收阶段选择性生成亚硝酸盐并进行回收的目的。这些工艺在选用高锰酸钾作为 $\text{NO}$ 的氧化剂时,均未解决高锰酸钾耗量大、脱硝成本高问题,同时未考虑反应产物 $\text{MnO}_2$ 会造成现有喷淋塔的堵塞,影响工艺与设备的正常运转。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术的不足,本发明旨在提供一种再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺,通过电解法再生吸收液,显著降低药剂成本,并匹配新型反应器,优化作业参数,解决了还原产物造成喷淋塔堵塞的问题

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺,包括如下步骤:

[0008] S1、将吸收液与烟气通入旋转填充床中,使烟气与吸收液充分接触,烟气中的至少部分 $\text{NO}$ 氧化为易吸收的 $\text{NO}_2$ ,并进一步被还原产生 $\text{N}_2$ ;所述吸收液包括高锰酸钾、氢氧化钠和尿素,高锰酸钾的质量浓度为 $50\sim 150\text{g/L}$ ,氢氧化钠的质量浓度为 $20\sim 120\text{g/L}$ ,尿素的质量浓度为 $5\sim 30\text{g/L}$ ;

[0009] S2、将步骤S1完成后得到的吸收后液流入电解再生槽中,进行吸收液电解再生;电

解再生槽中,电流密度为 $10\sim 60\text{A}/\text{m}^2$ ,电解液温度为 $50\sim 80^\circ\text{C}$ ;

[0010] S3、步骤S2中电解再生得到的再生吸收液自动溢流至循环槽中,并通过循环槽再次进入所述旋转填充床中。

[0011] 进一步地,步骤S1中,所述烟气中 $\text{NO}_x$ 的含量为 $200\sim 2000\text{ppm}$ ,气液比为 $50\sim 250$ ,烟气温度为 $20\sim 100^\circ\text{C}$ ,旋转填充床的转速为 $500\sim 3000\text{r}/\text{min}$ 。

[0012] 进一步地,所述再生电解再生槽中配有离子交换膜,用于提高电流效率。

[0013] 本发明的有益效果在于:

[0014] 本发明工艺选用旋转填充床作为脱硝反应器,提高了反应器传质系数,脱硝效果大幅提高,并采用低气液比的作业方式,避免了 $\text{MnO}_2$ 产物在反应器中沉淀、结垢、堵塞的问题,而且可以有效提高高锰酸钾的利用率。另外,本发明工艺中脱硝体系决定了电解体系为锰酸钾、尿素、片碱,因此本发明工艺设计了吸收液中各成分比例,以提高后续电解再生步骤中锰酸钾的浓度比例,降低尿素浓度比例,避免碱性体系下尿素在阳极会发生分解副反应、抑制高锰酸钾的生成、加剧尿素的消耗的问题。进一步地,相较于传统的高锰酸钾再生工艺,本发明工艺电解体系中锰酸钾浓度相对较低,因此本发明工艺采用了全新的低电流密度的电解参数,可有效降低能耗。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明实施例1的方法流程示意图。

## 具体实施方式

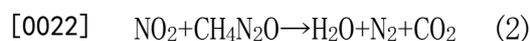
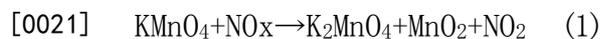
[0016] 以下将结合附图对本发明作进一步的描述,需要说明的是,本实施例以本技术方案为前提,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围并不限于本实施例。

[0017] 实施例1

[0018] 一种再生高锰酸钾的湿法烟气脱硝工艺,如图1所示,包括如下步骤:

[0019] S1、将吸收液与烟气通入旋转填充床中,使烟气与吸收液充分接触,烟气中的至少部分 $\text{NO}$ 氧化为易吸收的 $\text{NO}_2$ ,并进一步还原产生 $\text{N}_2$ ,实现氮氧化物的高效脱除;所述吸收液包括高锰酸钾、氢氧化钠和尿素;

[0020] 步骤S1的反应如下式所示:



[0023] S2、将步骤S1完成后得到的吸收后液流入电解再生槽中,进行吸收液电解再生;电解再生槽中,电流密度为 $10\sim 60\text{A}/\text{m}^2$ ,电解液温度为 $50\sim 80^\circ\text{C}$ ;

[0024] S3、步骤S2中电解再生得到的再生吸收液自动溢流至循环槽中,并通过循环槽再次进入所述旋转填充床中。

[0025] 在本实施例中,步骤S1中,所述烟气中 $\text{NO}_x$ 的含量为 $200\sim 2000\text{ppm}$ ,气液比为 $50\sim 250\text{m}^3/\text{L}$ ,烟气温度为 $20\sim 100^\circ\text{C}$ ,旋转填充床的转速为 $500\sim 3000\text{r}/\text{min}$ 。

[0026] 在本实施例中,步骤S1中,所述吸收液中,高锰酸钾的质量浓度为 $50\sim 150\text{g}/\text{L}$ ,氢氧化钠的质量浓度为 $20\sim 120\text{g}/\text{L}$ ,尿素的质量浓度为 $5\sim 30\text{g}/\text{L}$ 。

[0027] 在本实施例中,所述再生电解再生槽中配有离子交换膜,用于提高电流效率。

[0028] 实施例2

[0029] 将吸收液与烟气通入旋转填充床中,使烟气与吸收液充分接触,烟气中的至少部分NO氧化为易吸收的NO<sub>2</sub>,进一步还原产生N<sub>2</sub>,实现氮氧化物的高效脱除。所述吸收液包括高锰酸钾、氢氧化钠和尿素。旋转填充床RPB转速为1000r·min<sup>-1</sup>,气液比为150m<sup>3</sup>/L。烟气的参数为:NO<sub>x</sub>浓度200ppm,温度20℃。吸收液中高锰酸钾浓度为50g/L,氢氧化钠浓度为100g/L,尿素质量浓度为15g/L。脱硝效率达84%。

[0030] 将完成脱硝反应后的吸收液转入电解再生槽,在电解液温度为65℃、阳极电流密度为45A/m<sup>2</sup>的条件下再生高锰酸钾。

[0031] 实施例3

[0032] 将吸收液与烟气通入旋转填充床中,使烟气与吸收液充分接触,烟气中的至少部分NO氧化为易吸收的NO<sub>2</sub>,进一步还原产生N<sub>2</sub>,实现氮氧化物的高效脱除;所述吸收液包括高锰酸钾、氢氧化钠和尿素。在本实施例中,旋转填充床RPB转速为500r·min<sup>-1</sup>,气液比为50m<sup>3</sup>/L。烟气参数为:NO浓度2000ppm,温度为50℃。吸收液中高锰酸钾浓度为80g/L,氢氧化钠浓度为20g/L,尿素质量浓度为30g/L。脱硝效率达88%。

[0033] 将完成脱硝反应后的吸收液转入电解再生槽,在电解液温度为50℃、阳极电流密度为10A/m<sup>2</sup>的条件下再生高锰酸钾。

[0034] 实施例4

[0035] 将吸收液与烟气通入旋转填充床中,使烟气与吸收液充分接触,烟气中的至少部分NO氧化为易吸收的NO<sub>2</sub>,进一步还原产生N<sub>2</sub>,实现氮氧化物的高效脱除;所述吸收液包括高锰酸钾、氢氧化钠和尿素。在本实施例中,旋转填充床RPB转速为3000r·min<sup>-1</sup>,气液比为120m<sup>3</sup>/L。烟气参数为:NO浓度1000ppm,温度为100℃。吸收液中高锰酸钾浓度为150g/L,氢氧化钠浓度为100g/L,尿素质量浓度为5g/L。脱硝效率达91%。

[0036] 将完成脱硝反应后的吸收液转入电解再生槽,在电解液温度为80℃、阳极电流密度为60A/m<sup>2</sup>的条件下再生高锰酸钾。

[0037] 实施例5

[0038] 将吸收液与烟气通入旋转填充床中,使烟气与吸收液充分接触,烟气中的至少部分NO氧化为易吸收的NO<sub>2</sub>,进一步还原产生N<sub>2</sub>,实现氮氧化物的高效脱除;所述吸收液包括高锰酸钾、氢氧化钠和尿素。在本实施例中,旋转填充床RPB转速为1600r·min<sup>-1</sup>,气液比为250m<sup>3</sup>/L。烟气参数为:NO浓度700ppm,温度为50℃。吸收液中高锰酸钾浓度为80g/L,氢氧化钠浓度为120g/L,尿素质量浓度为18g/L。脱硝效率达87%。

[0039] 将完成脱硝反应后的吸收液转入电解再生槽,在电解温度60℃,阳极电流密度为45A/m<sup>2</sup>的条件下再生高锰酸钾。

[0040] 实施例6

[0041] 将吸收液与烟气通入旋转填充床中,使烟气与吸收液充分接触,烟气中的至少部分NO氧化为易吸收的NO<sub>2</sub>,进一步还原产生N<sub>2</sub>,实现氮氧化物的高效脱除;所述吸收液包括高锰酸钾、氢氧化钠和尿素。在本实施例中,旋转填充床RPB转速为2000r·min<sup>-1</sup>,气液比为90m<sup>3</sup>/L。烟气参数为:NO浓度1200ppm,温度为50℃。吸收液中高锰酸钾浓度为95g/L,氢氧化钠浓度为100g/L,尿素质量浓度为25g/L。本实施例中,脱硝效率达92%。

[0042] 将完成脱硝反应后的吸收液转入电解再生槽,在电解液温度70℃,阳极电流密度为30A/m<sup>2</sup>的条件下再生高锰酸钾。

[0043] 实施例7

[0044] 将吸收液与烟气通入旋转填充床中,使烟气与吸收液充分接触,烟气中的至少部分NO氧化为易吸收的NO<sub>2</sub>,进一步还原产生N<sub>2</sub>,实现氮氧化物的高效脱除;所述吸收液包括高锰酸钾、氢氧化钠和尿素。在本实施例中,旋转填充床RPB转速为2200r·min<sup>-1</sup>,气液比为65m<sup>3</sup>/L。烟气参数为:NO浓度1400ppm,温度为40℃。吸收液中高锰酸钾浓度为150g/L,氢氧化钠浓度为45g/L,尿素质量浓度为27g/L。脱硝效率达94%。

[0045] 将完成脱硝反应后的吸收液转入电解再生槽,在电解液温度为55℃、阳极电流密度为25A/m<sup>2</sup>的条件下再生高锰酸钾。

[0046] 对于本领域的技术人员来说,可以根据以上的技术方案和构思,给出各种相应的改变和变形,而所有的这些改变和变形,都应该包括在本发明权利要求的保护范围之内。

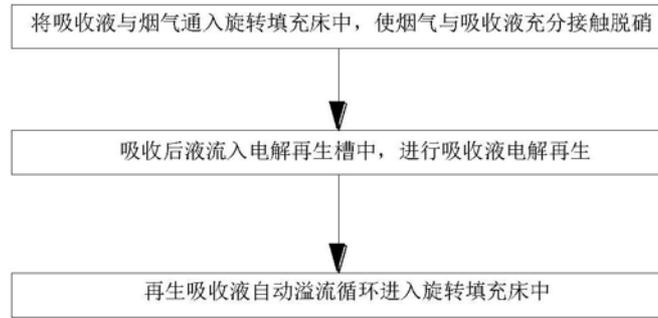


图1