



(10) 授权公告号 CN 112499646 B

(45) 授权公告日 2024.04.05

(21) 申请号 202011300101.2

(22) 申请日 2020.11.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112499646 A

(43) 申请公布日 2021.03.16

(73) 专利权人 宁夏坤辉气化有限公司
地址 753400 宁夏回族自治区石嘴山市平罗县太沙工业区

(72) 发明人 吴建忠 赵文武 王玉涛

(74) 专利代理机构 银川长征知识产权代理事务所 64102
专利代理师 马长增

(51) Int. Cl.
C01C 1/04 (2006.01)

(56) 对比文件
IN 8389CHENP2010 A, 2011.08.26
CN 85102389 A, 1986.10.29
CN 103864098 A, 2014.06.18
CN 207957782 U, 2018.10.12
CN 102530990 A, 2012.07.04
AU 2003221277 A1, 2004.09.09

US 9751773 B1, 2017.09.05

US 2006058174 A1, 2006.03.16

US 4510123 A, 1985.04.09

US 4148866 A, 1979.04.10

GB 8420666 D0, 1984.09.19

CN 104085901 A, 2014.10.08

CN 103011198 A, 2013.04.03

CN 1544328 A, 2004.11.10

US 4296085 A, 1981.10.20

CN 1229058 A, 1999.09.22

华戎等. 氨合成系统扩改与原料气精制新工艺的应用. 化肥设计. 2006, (第4期), 47-49.

李安文. 合成氨企业危险工艺自动化改造安全控制的实践与探讨. 山东化工. 2011, (第9期), 73-76.

田青. DN1 800氨合成系统原始开车总结. 氮肥技术. 2016, (第3期), 28-34.

张兰云等. 氨合成节能技术. 小氮肥. 2013, (第12期), 4-6.

张成芳. 氨合成工艺与节能. 小氮肥设计技术. 1986, (第5期), 8-12.

审查员 李凡

权利要求书2页 说明书4页

(54) 发明名称

一种串联式氨合成工艺

(57) 摘要

本发明公开一种串联式氨合成工艺, 包括以下步骤: 步骤1: 利用一级氨合成塔将持续通入塔内的原料气体加热加压, 生成含有氨气的气液混合物; 步骤2: 将步骤1中生成的气液混合物进行二次降温冷凝, 再进行气液分离, 得到冷补充气与液氨; 步骤3: 将步骤2中生成的冷补充气用循环机通入二级氨合成塔内, 在催化剂的作用下再次生成含有氨气的混合物; 步骤4: 液氨手收集储存; 步骤5: 将步骤3中生成的氨气混合物与步骤2中的气液混合物融合, 视为步骤2中的气液混合物, 重复步骤2-5, 循环往复进行。有益效果: 提高了氨催化剂总体寿命, 定期更换资金成本低, 减

少了生产投入, 更换氨催化剂时不需停车, 扩大了氨合成效率, 降低了装置压力与电能消耗。

1. 一种串联式氨合成工艺,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1:利用一级氨合成塔将持续通入塔内的原料气体加热加压,在催化剂的作用下生成含有氨气的混合物,然后将氨气混合物进行降温冷凝,得到含有氨气的气液混合物;

步骤2:将步骤1中生成的气液混合物进行二次降温冷凝,再进行气液分离,得到冷补充气与液氨;

步骤3:将步骤2中生成的冷补充气用循环机通入二级氨合成塔内,利用二级氨合成塔将补充气体加热加压,在催化剂的作用下再次生成含有氨气的混合物;

步骤4:将步骤2中生成的液氨收集储存在中转罐中,然后进行驰放气操作,将驰放气的气体通入循环机内,剩余的液氨通入氨槽储存;

步骤5:将步骤3中生成的氨气混合物与步骤2中的气液混合物融合,视为步骤2中的气液混合物,重复步骤2-5,循环往复进行;

所述一级氨合成塔的容积小于二级氨合成塔的容积;

其中,所述步骤1包括:

a.) 将原料气体A加压并通入一级油分离器内;

b.) A经一级油分离器分离后得到去油原料气B;

c.) B从一级油分离器排出后分为两股气体B1、B2;

d.) B1经过一级塔前换热器加热后变为符合氨催化反应温度的C,通入一级氨合成塔反应;B2作为冷源通入一级氨合成塔环隙为塔壁降温;

e.) C经一级氨合成塔催化反应,生成含有氨气的混合气D;B2在一级氨合成塔的环隙行程行进完成后,一部分融入B1,另一部分直接通入一级氨合成塔与C融合;

f.) D依次经过一级废热锅炉、一级塔前换热器、一级水冷器的降温冷凝后生成气液混合物E;

所述步骤3包括:

j.) 将步骤2中生成的冷补充气经循环机加压后,通入二级油分离器得到去油补充气I;

k.) I从二级油分离器排出后分为两股气体I1、I2;

l.) I1经过二级塔前换热器加热后变为符合氨催化反应温度的J,通入二级氨合成塔反应;I2冷源通入二级氨合成塔环隙为塔壁降温;

m.) J经二级氨合成塔催化反应,生成含有氨气的混合气K;I2在一级氨合成塔的环隙行程行进完成后,一部分融入I1,另一部分直接通入二级氨合成塔与J融合;

所述步骤5包括:

n.) K经二级废热锅炉降温;

o.) 再经二级塔前换热器的降温冷凝后融入E中。

2. 如权利要求1所述的串联式氨合成工艺,其特征在于:所述步骤2包括:

g.) 步骤1生成的含有氨气的气液混合物,先经过二级水冷器二次降温冷凝,再用冷交换器进行一次气液分离,得到混合气F与液氨,液氨通入中转罐;

h.) F通入氨分离器二次气液分离,得到二次分离混合物G;

i.) G通入氨分离器分离出液氨与冷补充气H,H经过冷交换器为其提供冷源后通入循环机,液氨通入中转罐。

3. 如权利要求1所述的串联式氨合成工艺,其特征在于:所述D经过一级废热锅炉,与一

级废热锅炉换热,为废热锅炉提供热能,用于生产蒸汽;所述D经过一级塔前换热器,为一级塔前换热器提供热能,将B1加热。

4.如权利要求2所述的串联式氨合成工艺,其特征在于:所述步骤h中,F通入氨冷器二次气液分离时,在冷交换器与氨冷器之间设置有排空管道;所述排空管道定期开启,将管道内循环气体排空。

5.如权利要求1所述的串联式氨合成工艺,其特征在于:所述K经过二级废热锅炉,与二级废热锅炉换热,为废热锅炉提供热能,用于生产蒸汽;所述K经过二级塔前换热器,为二级塔前换热器提供热能,将I1加热。

一种串联式氨合成工艺

技术领域:

[0001] 本发明涉及化工领域,具体涉及一种串联式氨合成工艺。

背景技术:

[0002] 氨合成反应是放热、缩小体积的可逆反应,温度、压力对此反应的化学平衡有影响。当混合气中氢氮摩尔比为3时,氨平衡浓度随着温度降低、压力增加而提高。但在较低温度下,氨合成的反应速度十分缓慢,需采用催化剂来加快反应。由于受到所用催化剂活性的限制,温度不能过低,因此为提高反应后气体中的氨含量,氨合成宜在高压下进行。当工业上用铁催化剂时,压力大多选用15.2~30.4MPa(150~300atm),即使在这样压力条件下操作,每次也只是一部分氮气和氢气反应为氨,因此氨合成塔出口气体中氨浓度通常为10%~20%(体积)。决定反应的主要因素是铁催化剂的活性,反应所产生的氨与氮气、氢气的分离以及氮、氢气的循环使用。

[0003] 而氨催化剂在使用过程中,与杂质气体如CO、CO₂、H₂O等结合,会出现催化剂中毒现象,不仅造成床层无温升、系统压力高等,而且带来氨产量下降、消耗增大等不利影响。当催化剂中毒严重时,只能选择更换催化剂,而氨催化剂需要更换时,设备需停工停产,大大增加了生产成本。

发明内容:

[0004] 本发明的目的在于提供一种提高了氨催化剂总体寿命,定期更换资金成本低,减少了生产投入,更换氨催化剂时不需停车,扩大了氨合成效率,降低了装置压力与电能消耗的串联式氨合成工艺。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一种串联式氨合成工艺,包括以下步骤:

[0007] 步骤1:利用一级氨合成塔将持续通入塔内的原料气体加热加压,在催化剂的作用下生成含有氨气的混合物,然后将氨气混合物进行降温冷凝,得到含有氨气的气液混合物;

[0008] 步骤2:将步骤1中生成的气液混合物进行二次降温冷凝,再进行气液分离,得到冷补充气与液氨;

[0009] 步骤3:将步骤2中生成的冷补充气用循环机通入二级氨合成塔内,利用二级氨合成塔将补充气体加热加压,在催化剂的作用下再次生成含有氨气的混合物;

[0010] 步骤4:将步骤2中生成的液氨收集储存在中转罐中,然后进行驰放气操作,将驰放气的气体通入循环机内,剩余的液氨通入氨槽储存;

[0011] 步骤5:将步骤3中生成的氨气混合物与步骤2中的气液混合物融合,视为步骤2中的气液混合物,重复步骤2-5,循环往复进行。

[0012] 优选的,一级氨合成塔的容积小于二级氨合成塔的容积。

[0013] 优选的,步骤1具体包括:

[0014] a.) 将原料气体A加压并通入一级油分离器内;

- [0015] b.) A经一级油分离器分离后得到去油原料气B;
- [0016] c.) B从一级油分离器排出后分为两股气体B1、B2;
- [0017] d.) B1经过一级塔前换热器加热后变为符合氨催化反应温度的C,通入一级氨合成塔反应;B2作为冷源通入一级氨合成塔环隙为塔壁降温;
- [0018] e.) C经一级氨合成塔催化反应,生成含有氨气的混合气D;B2在一级氨合成塔的环隙行程行进完成后,一部分融入B1,另一部分直接通入一级氨合成塔与C融合;
- [0019] f.) D依次经过一级废热锅炉、一级塔前换热器、一级水冷器的降温冷凝后生成气液混合物E。
- [0020] 优选的,步骤2具体包括:
- [0021] g.) 步骤1生成的含有氨气的气液混合物,先经过二级水冷器二次降温冷凝,再用冷交换器进行一次气液分离,得到混合气F与液氨,液氨通入中转罐;
- [0022] h.) F通入氨冷器二次气液分离,得到二次分离混合物G;
- [0023] i.) G通入氨分离器分离出液氨与冷补充气H,H经过冷交换器为其提供冷源后通入循环机,液氨通入中转罐;
- [0024] 优选的,步骤3具体包括:
- [0025] j.) 将步骤2中生成的冷补充气经循环机加压后,通入二级油分离器得到去油补充气I;
- [0026] k.) I从二级油分离器排出后分为两股气体I1、I2;
- [0027] l.) I1经过二级塔前换热器加热后变为符合氨催化反应温度的J,通入二级氨合成塔反应;I2冷源通入二级氨合成塔环隙为塔壁降温;
- [0028] m.) J经二级氨合成塔催化反应,生成含有氨气的混合气K;I2在一级氨合成塔的环隙行程行进完成后,一部分融入I1,另一部分直接通入二级氨合成塔与J融合。
- [0029] 优选的,步骤5具体包括:
- [0030] n.) K经二级废热锅炉降温;
- [0031] o.) 再经二级塔前换热器的降温冷凝后融入E中。
- [0032] 优选的,D经过一级废热锅炉,与一级废热锅炉换热,为废热锅炉提供热能,用于生产蒸汽;D经过一级塔前换热器,为一级塔前换热器提供热能,将B1加热。
- [0033] 优选的,步骤h中,F通入氨冷器二次气液分离时,在冷交换器与氨冷器之间设置有排空管道;排空管道定期开启,将管道内循环气体排空。
- [0034] 优选的,K经过二级废热锅炉,与二级废热锅炉换热,为废热锅炉提供热能,用于生产蒸汽;K经过二级塔前换热器,为二级塔前换热器提供热能,将I1加热。
- [0035] 本发明的有益效果在于:提高了氨催化剂总体寿命,定期更换资金成本低,减少了生产投入,更换氨催化剂时不需停车,扩大了氨合成效率,降低了装置压力与电能消耗。

具体实施方式:

- [0036] 下面结合具体实施方式对本发明做进一步说明:
- [0037] 实施例:一种串联式氨合成工艺,包括以下步骤:
- [0038] 步骤1:利用一级氨合成塔将持续通入塔内的原料气体加热加压,在催化剂的作用下生成含有氨气的混合物,然后将氨气混合物进行降温冷凝,得到含有氨气的气液混合物;

进一步的,步骤1具体包括:

[0039] a.) 将原料气体A加压并通入一级油分离器内;

[0040] b.) A经一级油分离器分离后得到去油原料气B;

[0041] c.) B从一级油分离器排出后分为两股气体B1、B2;

[0042] d.) B1经过一级塔前换热器加热后变为符合氨催化反应温度的C,通入一级氨合成塔反应;B2作为冷源通入一级氨合成塔环隙为塔壁降温;

[0043] e.) C经一级氨合成塔催化反应,生成含有氨气的混合气D;B2在一级氨合成塔的环隙行程行进完成后,一部分融入B1,另一部分直接通入一级氨合成塔与C融合;

[0044] f.) D依次经过一级废热锅炉、一级塔前换热器、一级水冷器的降温冷凝后生成气液混合物E。

[0045] 步骤2:将步骤1中生成的气液混合物进行二次降温冷凝,再进行气液分离,得到冷补充气与液氨;进一步的,步骤2具体包括:

[0046] g.) 步骤1生成的含有氨气的气液混合物,先经过二级水冷器二次降温冷凝,再用冷交换器进行一次气液分离,得到混合气F与液氨,液氨通入中转罐;

[0047] h.) F通入氨冷器二次气液分离,得到二次分离混合物G;

[0048] i.) G通入氨分离器分离出液氨与冷补充气H,H经过冷交换器为其提供冷源后通入循环机,液氨通入中转罐;

[0049] 步骤3:将步骤2中生成的冷补充气用循环机通入二级氨合成塔内,利用二级氨合成塔将补充气体加热加压,在催化剂的作用下再次生成含有氨气的混合物;进一步的,步骤3具体包括:

[0050] j.) 将步骤2中生成的冷补充气经循环机加压后,通入二级油分离器得到去油补充气I;

[0051] k.) I从二级油分离器排出后分为两股气体I1、I2;

[0052] l.) I1经过二级塔前换热器加热后变为符合氨催化反应温度的J,通入二级氨合成塔反应;I2冷源通入二级氨合成塔环隙为塔壁降温;

[0053] m.) J经二级氨合成塔催化反应,生成含有氨气的混合气K;I2在一级氨合成塔的环隙行程行进完成后,一部分融入I1,另一部分直接通入二级氨合成塔与J融合。

[0054] 步骤4:将步骤2中生成的液氨收集储存在中转罐中,然后进行弛放气操作,将弛放气的气体通入循环机内与冷补充气融合,剩余的液氨通入氨槽储存;

[0055] 步骤5:将步骤3中生成的氨气混合物与步骤2中的气液混合物融合,视为步骤2中的气液混合物,重复步骤2-5,循环往复进行;进一步的,步骤5具体包括:

[0056] n.) K经二级废热锅炉降温;

[0057] o.) 再经二级塔前换热器的降温冷凝后融入E中。

[0058] 其中:一级氨合成塔的容积小于二级氨合成塔的容积;D经过一级废热锅炉,与一级废热锅炉换热,为废热锅炉提供热能,用于生产蒸汽;D经过一级塔前换热器,为一级塔前换热器提供热能,将B1加热;K经过二级废热锅炉,与二级废热锅炉换热,为废热锅炉提供热能,用于生产蒸汽;K经过二级塔前换热器,为二级塔前换热器提供热能,将I1加热;其中,在步骤h中,F通入氨冷器二次气液分离时,在冷交换器与氨冷器之间设置有排空管道;排空管道定期开启,将管道内循环气体排空。排空管道的设置,是因为要使氢氮气催化合成氨的反

应有效地进行,需保持合成循环气中惰性气(例如甲烷、氢等,它们随新鲜补充气带入氨合成系统)的含量在一定的范围内,因此要从氨合成圈中排出一定数量的循环合成气,此部分气体被称作合成弛放气。由于合成弛放气中含有大量有经济价值的氢气,所以将排空管道与回收管道连通连接

[0059] 在工作过程中,本发明中的一级氨合成塔被通入原料气体(H₂、N₂),而该原料气体往往为来自于前工段的产物,当前工段工况不正常时,其中的杂质气体(如CO、CO₂、H₂O)超标时,氨合成催化剂则会中毒,活性下降;此时杂质气体在一级氨合成塔内基本被消耗完毕,因此进入二级氨合成塔的补充气体为洁净气体,不影响二级氨合成塔内的氨催化剂;而一级氨合成塔的容积小于二级氨合成塔的容积,则意味着一级氨合成塔内的催化剂数量少于二级氨合成塔内的催化剂数量;

[0060] 以DN1200氨合成塔为例,装填氨合成催化剂40t,其单塔使用时,催化剂使用寿命2~3年;以本发明的方式,串联DN800氨合成塔使用时,DN800氨合成塔装填氨合成催化剂10t,DN1200氨合成塔催化剂使用寿命可延长至8~10年;减少更换催化剂量10吨/年,同时氨合成工段产能增加压力下降,从而系统电耗下降约10KWH/吨合成氨,减少更换催化剂年节约资金15万元/年,节电年增加效益72万元;且更换DN800氨合成塔内的氨催化剂时,可将DN1200氨合成塔按传统方式单塔使用,设备不停车,不停产。

[0061] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。