



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101992048 A

(43) 申请公布日 2011.03.30

(21) 申请号 200910065722.4

(22) 申请日 2009.08.11

(71) 申请人 中国石化集团洛阳石油化工工程公司

地址 471003 河南省洛阳市中州西路 27 号

(72) 发明人 王月霞 叶杏园 朱华兴 李淑红
董利萍 胡敏 赵予川 薛浩
张光黎

(74) 专利代理机构 郑州中民专利代理有限公司
41110

代理人 郭中民

(51) Int. Cl.

B01J 8/10(2006.01)

C10G 49/00(2006.01)

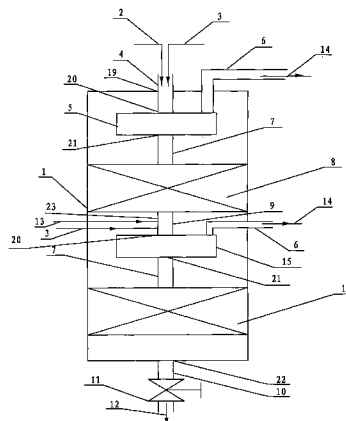
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种反应器及其在炔油液固两相加氢中的应用

(57) 摘要

本发明公开了一种炔油加氢反应器，包括反应器桶体和催化剂床层，反应器上部和反应器下部设置出入口，其特征在于：在反应器内至少设置一个混合器，混合器设有原料混合物和氢气入口，还设有溶氢混合物和气体出口，混合器入口与反应器入口相连。利用该反应器可以减少混合器内外的压力差，减少其壁厚，降低设备投资和操作费用。



1. 一种反应器,包括反应器桶体、催化剂床层、反应器入口和反应器出口,其特征在于:在反应器内至少设置一个混合器,混合器设有入口、溶氢混合物出口和气体出口。

2. 依照权利要求1所述的反应器,其特征在于:反应器内设置一个混合器时,设置在反应器入口,混合器入口与反应器入口相连,溶氢混合物出口与催化剂床层相连,气体出口管延伸到反应器外部。

3. 依照权利要求1所述的反应器,其特征在于:反应器内设置两个以上混合器时,其中一个设置在反应器入口,其他设置在催化剂床层之间,设置在反应器入口混合器,混合器入口与反应器入口相连,溶氢混合物出口与催化剂床层相连;设置在催化剂床层之间的混合器,混合器入口与前一催化剂床层出口相连,溶氢混合物出口与后一催化剂床层入口相连;气体出口管延伸到反应器外部。

4. 依照权利要求1所述的反应器,其特征在于:反应器出口与出口阀相连。

5. 依照权利要求1所述的反应器,其特征在于:反应器床层之间设置循环油和氢气入口。

6. 依照权利要求1所述的反应器,其特征在于:反应器入口设置在反应器上部,反应器出口设置在反应器下部。

7. 依照权利要求1所述的反应器,其特征在于:反应器入口设置在反应器下部,反应器出口设置在反应器上部。

8. 权利要求1所述的反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:氢气、新鲜原料油和部分循环油进入反应器内的混合器形成混物流,液相进入催化剂床层与催化剂接触,另一部分或者全部循环油与氢混合形成混物流进入催化剂床层与催化剂接触,反应流出物部分作为循环油,催化剂床层浸没在液相物料中,混物流中氢气量为在反应条件下混物流饱和溶氢量的1~30倍。

9. 依照权利要求8所述的应用,其特征在于:氢气、溶剂或者稀释剂、新鲜原料油和部分循环油进入反应器内的混合器形成混物流。

10. 依照权利要求8所述的应用,其特征在于:反应流出物部分经汽提脱出硫化氢作为循环油。

11. 依照权利要求8所述的应用,其特征在于:另一部分或者全部循环油与氢混合形成混物流排出气体,液相进入催化剂床层与催化剂接触。

12. 依照权利要求8所述的应用,特征在于:汽提脱出循环油硫化氢的汽提介质为惰性气体或者氢气。

13. 依照权利要求8所述的应用,其特征在于:汽提脱出循环油硫化氢的汽提介质为高压热氢气。

14. 依照权利要求8所述的应用,其特征在于:反应器中含有0.1~15体积%气体以反应器总体积计。

15. 依照权利要求8所述的应用,其特征在于:混物流分离出气体,液体进入催化剂床层。

16. 依照权利要求8所述的应用,其特征在于:混物流中氢气量为在反应条件下混物流饱和溶氢量的1.2~20倍。

17. 依照权利要求8或者14所述的一应用,其特征在于:混物流中氢气量为在反应

条件下混合物流饱和溶氢量的 1.5 ~ 10 倍。

18. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:溶剂或者稀释剂为重石脑油、石脑油、轻烃、轻馏分油、柴油、VGO 和加氢后的烃油中的至少一种。

19. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:新鲜原料油为烃油或者烃油的馏分。

20. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:新鲜原料油石油馏分、馏分油、柴油、脱沥青油、渣油、润滑油、煤液化油和页岩油或者其产品中的至少一种。

21. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:至少脱除烃油中硫、氮、氧、金属杂质中一种污染物,并饱和芳烃,并改变烃油的分子结构。

22. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:循环油与新鲜原料油的体积比为 0.1 : 1 ~ 20 : 1。

23. 依照权利要求 8 或者 22 所述的应用,其特征在於:循环油与新鲜原料油的体积比 0.5 : 1 ~ 15 : 1。

24. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:利用进入混合器中氢的量控制反应器的压力。

25. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:利用进入混合器气体出口排出气体量控制反应器的压力。

26. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:利用反应器出口排出反应流出物的量控制反应器内的液位。

27. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:利用反应器出口阀控制反应器内的液位。

28. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:氢气、溶剂或者稀释剂、新鲜原料油和循环油进入反应器内的混合器形成混合物流排出气体,溶氢混合物与催化剂接触。

29. 依照权利要求 8 所述的应用,其特征在於:催化剂为加氢精制催化剂、加氢改质催化剂、加氢处理催化剂或加氢裂化催化剂。

30. 依照权利要求 6 所述的应用,其特征在於:加氢反应条件为:反应温度为 150 ~ 450℃,反应压力为 1 ~ 17MPa,液时体积空速为 0.5 ~ 15h⁻¹。

一种反应器及其在烃油液固两相加氢中的应用

技术领域

[0001] 本发明涉及氢存在情况下烃油加工技术领域,特别涉及一种烃油液相加氢方法。

背景技术

[0002] 在烃油加工技术中,加氢技术是改善烃油质量常用的技术之一,随着全球原油市场供应趋于较高硫含量的原油,炼厂需加工含硫较高的劣质烃油,将硫、氮、氧和金属等杂质在炼制过程中脱除,通过改变烃油的分子结构改变其品质,从而使各种产品满足规范要求。烃油加氢过程参与反应的氢气实际上只有用于化学氢耗的氢气,而传统滴流床反应器加氢技术,需要有大量过剩的氢气存在,使得反应器的体积比较大,并且维持过剩氢气需要用循环氢压缩机。

[0003] 在传统的加氢工艺中氢需要从气相传递到液相,然后共同吸附在催化剂的表面,在催化剂活性中心的作用下进行反应。由于加氢反应是一个强放热反应,为了维持反应温度,利用大量的氢气和原料油通过催化剂床层带走反应产生的热量,而在加氢反应过程中实际需要的氢(化学氢耗)比较少,没有参加反应的氢气通过分离器与液相分离并除去杂质后,通过循环氢压缩机将其压力升高到反应所需的压力送到反应器继续参加加氢反应,循环氢压缩机的作用就是将没有参与加氢反应的氢气提高压力使其循环使用,因此循环氢压缩机在现有加氢技术中成为必不可少的设备,业内称其为加氢装置的“心脏”,由此可见其在加氢装置中的重要性。

[0004] 传统烃油加氢技术采用大量过剩氢气的另一个主要原因是维持烃油加氢反应的氢分压,维持较高的氢分压在热力学上有利于加氢精制和加氢裂化反应,并抑制生成焦炭的缩合反应。

[0005] 传统的固定床加氢反应器内是气、液、固三相并存,气相为氢气和烃类原料的蒸气,液相为未汽化的烃类原料,固相为催化剂。气液两相是以滴流的形式通过催化剂床层,因此也称滴流床反应器。

[0006] 在滴流床反应器中,为了加大传质力度,氢气与原料油的体积比一般为 50 ~ 2000 : 1,因此加氢反应器设计的比较大,而实际参加反应的原料油与液时空速有关,空速反映了装置的处理能力,工业上希望采用较大的空速操作,但空速受到反应速度的制约。空速根据催化剂活性、原料性质、反应深度的不同一般在 $0.5 \sim 10\text{h}^{-1}$ 之间波动。目前工业应用的加氢精制过程在一定反应温度条件下降低空速会提高烯烃饱和率、加氢脱硫率和加氢脱氮率。在加氢裂化条件下,提高空速对总的转化率影响不大,但反应产物中的轻组分含量下降较多。

[0007] 传统加氢工程,采用过剩氢气的另一目的是加强传质,带走因加氢反应而产生的大量热量。循环氢压缩机作为加氢过程的“心脏”,投资和操作费用均较高,为了减少循环氢压缩机的负担,人们开始考虑利用供氢剂为烃油加氢过程提供氢源,USP4698147 即公开了利用供氢剂减小停留时间,反应后供氢剂利用氢气进行再生,再生后循环使用。为了加强裂化反应,USP4857168 公开了利用供氢剂和氢气为重油加氢提供氢源的重油加氢裂化方法,供

氢剂主要起抑制生成焦炭的缩合反应的作用。

[0008] 上述改进仍然需要循环氢和循环氢压缩机,US6428686 提出了一种两相加氢方法,将氢气在反应器前溶于原料油中,取消了循环氢和循环氢压缩机,降低了加氢装置的投资和操作费用,该技术采用反应产物的液相循环,提高氢的溶解量,以满足加氢过程中对氢的要求,并带出反应热,该技术是将循环油、原料与溶剂或者稀释剂和氢气溶剂或者稀释剂混合后进入加氢反应器,优点是减少了循环氢压缩机的投资和操作费用,其缺点为大量的循环油的存在会影响新鲜原料与氢的反应速度,因为新鲜原料和氢在开始与催化剂接触时反应比较激烈,循环油是经过加氢反应的,它的反应活性低于新鲜原料,因此循环油的存在阻碍了新鲜原料油和氢与催化剂的接触,降低了新鲜原料油和氢的传质和反应速度。

[0009] 为了克服 US6428686 循环油直接循环到反应器入口带来的反应速度下降的问题,中国专利申请 CN200810049938.7 提出了将循环油从催化剂床层之间进入反应器,为原料油与氢气在催化剂上的反应提供新鲜的氢源,循环油来自高压分离器。众所周知,加氢反应是放热反应,反应器出口物流的温度高于反应器入口温度。通常反应器出口物流首先与冷物流换热,然后进入高压分离器进行气液分离,高压分离器与反应器相比是一个高压低温的分离器,从高压分离器分出的循环油中含有硫化氢,这些硫化氢从反应器入口或者床层之间进入反应器会影响加氢脱硫和其他加氢反应的速度。

[0010] 无论是 US6428686 还是 CN200810049938.7 都是将反应器出口物流直接循环到反应器入口或者催化剂床层之间,虽然 CN200810049938.7 是将从分离器出来的液相作为循环油,从分离器出来的液相中含有溶解的硫化氢,这些硫化氢是加氢反应过程中,脱出原料中硫化物产生的,这是加氢反应所希望的反应,但循环油中的这些硫化氢会影响催化剂的活性,抑制含硫化合物接近催化剂的活性中心,降低催化剂的活性和选择性,这是不希望的结果。

[0011] US6428686 还是 CN200810049938.7 将原料油、循环油和溶剂或者稀释剂与氢气的进行混合溶氢的混合器设置于反应器之外,这样的混合器需要承受混合器内高压介质和混合器外大气的压力差,需要较厚的壁厚承担该压力差,这样的设备投资较高。

发明内容

[0012] 本发明提出了一种反应器,该反应器将烃油和氢气的混合器置入反应器内,减少混合器内外的压力差,减少其壁厚降低设备投资。

[0013] 本发明提出了该反应器在烃油液固加氢中的应用。

[0014] 本发明提出一种反应器,包括反应器桶体、催化剂床层、反应器入口和反应器出口,其特征在于:在反应器内至少设置一个混合器,混合器设有入口、溶氢混合物出口和气体出口。

[0015] 所述的反应器,其特征在于:反应器内设置一个混合器时,设置在反应器入口,混合器入口与反应器入口相连,溶氢混合物出口与催化剂床层相连,气体出口管延伸到反应器外部。

[0016] 所述的反应器,其特征在于:反应器内设置两个以上混合器时,其中一个设置在反应器入口,其他设置在催化剂床层之间,设置在反应器入口混合器,混合器入口与反应器入口相连,溶氢混合物出口与催化剂床层相连;设置在催化剂床层之间的混合器,混合器入口

与前一催化剂床层出口相连,溶氢混合物出口与后一催化剂床层入口相连;气体出口管延伸到反应器外部。

[0017] 所述的反应器,其特征在于:反应器出口与出口阀相连。

[0018] 所述的反应器,其特征在于:反应器床层之间设置循环油和氢气入口。

[0019] 所述的反应器,其特征在于:反应器入口设置在反应器上部,反应器出口设置在反应器下部。

[0020] 所述的反应器,其特征在于:反应器入口设置在反应器下部,反应器出口设置在反应器上部。

[0021] 本发明提出一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:氢气、溶剂或者稀释剂、新鲜原料油和部分循环油进入反应器内的混合器形成混物流与催化剂接触,另一部分或者全部循环油进入催化剂床层之间的混合器形成混物流与催化剂接触,反应流出物部分作为循环油,催化剂床层浸没在液相物料中,混物流中氢气量为在反应条件下混物流饱和溶氢量的 1 ~ 30 倍,优选 1.2 ~ 20 倍,最优 1.5 ~ 10 倍。

[0022] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:反应流出物部分经汽提脱出硫化氢作为循环油。

[0023] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:汽提脱出循环油硫化氢的汽提介质为惰性气体或者氢气。

[0024] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:汽提脱出循环油硫化氢的汽提介质为高压热氢气。

[0025] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:反应器中含有 0.1 ~ 15 体积% 气体以反应器总体积计。

[0026] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:混物流从反应器上部进入反应器,反应流出物从反应器下部流出。

[0027] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于混物流从反应器下部进入反应器,反应流出物从反应器上部流出。

[0028] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:混物流分离出气体,液体进入催化剂床层。

[0029] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:溶剂或者稀释剂为重石脑油、石脑油、轻烃、轻馏分油、柴油、VGO 和加氢后的烃油中的至少一种。

[0030] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:新鲜原料油为烃油或者烃油的馏分。

[0031] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:新鲜原料油石油馏分、馏分油、柴油、脱沥青油、渣油、润滑油、煤液化油和页岩油或者其产品中的至少一种。

[0032] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:至少脱除烃油中硫、氮、氧、金属杂质中一种污染物,并饱和芳烃,并改变烃油的分子结构。

[0033] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:循环油与新鲜原料油的体积比为 0.1 : 1 ~ 20 : 1,优选 0.5 : 1 ~ 15 : 1。

[0034] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,其特征在于:利用进入混合器气体出口排出气体的量控制反应器的压力。

[0035] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,特征在于:利用进入混合器中氢的量控制反应器的压力。

[0036] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,特征在于:利用反应器出口反应流出物的量控制反应器内的液位。

[0037] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,特征在于:利用反应器出口阀控制反应器内的液位。

[0038] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,特征在于:氢气、溶剂或者稀释剂、新鲜原料油和循环油进入反应器内的混合器形成混合物流排出气体,液体与催化剂接触。

[0039] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,特征在于:催化剂为加氢精制催化剂、加氢改质催化剂、加氢处理催化剂或加氢裂化催化剂。

[0040] 所述的一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用,特征在于:液相物料通过加氢催化剂床层的反应条件为:反应温度为 $150 \sim 450^{\circ}\text{C}$,反应压力为 $1 \sim 17\text{MPa}$,液时体积空速为 $0.5 \sim 15\text{h}^{-1}$ 。

[0041] 本发明所述的反应流出物部分经汽提脱出硫化氢作为循环油汽提介质为:惰性气体或者氢气,优选氢气,最优为高压热氢气,其高压热氢气的压力高于与新鲜原料油和溶剂或者稀释剂混合物混合的氢气压力,温度低于反应流出物的温度。

[0042] 加氢过程一个最大的问题是催化剂床层结焦,反应条件下会发生结焦反应,如果没有足够的氢,裂化反应会导致焦炭形成,并沉积在催化剂表面,本发明由于采用循环油循环,循环油经过加氢使许多芳烃得到饱和,具有供氢的功能,可抑制焦炭形成,延长催化剂的寿命。

[0043] 本发明一种反应器在烃油液固两相加氢中的应用可用于直馏馏分、FCC 循环油、焦化瓦斯油 CGO,或者其混合煤油和柴油加氢处理,还可用于 FCC 原料预处理,用于新建装置和缓和加氢裂化改造,用于生产 ULSD,用于原料的预处理或者产品的后处理。

[0044] 本发明烃油加氢方法有以下优点:

[0045] 1) 催化剂用量少;

[0046] 2) 氢损失较小;

[0047] 3) 较低的操作费用;

[0048] 4) 液体收率较高;

[0049] 5) 较大的操作灵活性;

[0050] 6) 产品的硫氮含量非常低;

[0051] 7) 较低的投资;

[0052] 8) 减小了反应器体积;

[0053] 9) 对于生产超低硫柴油而言,改造费用很低。

[0054] 10) 减少催化剂危害,延长催化剂的使用周期。

[0055] 与滴流床加氢反应器的现有技术相比,本发明:可脱硫 $90\% \sim 98\%$,而氢耗仅是滴流床加氢反应器的 $70\% \sim 90\%$,催化剂总用量仅为 $15\% \sim 30\%$ 。

附图说明

[0056] 图 1 为一种反应器。

[0057] 图 2 为另一种反应器。

[0058] 1. 反应器筒体, 2. 混合物原料, 3. 氢气, 4、7、9、10. 连接管, 5. 第一混合器, 6. 气体出口, 8 第一催化剂床层, 11. 出口阀, 12. 反应流出物, 13. 部分循环油, 14. 气体, 15. 第二混合器, 16. 第二气体出口, 18. 第二催化剂床层, 19. 反应器入口, 20. 混合器入口, 21. 溶氢混合物出口, 22. 反应器出口, 23. 循环油和氢气入口。

[0059] 本发明中, 反应器应用的具体加氢工艺条件及催化剂的选择等技术内容可以按照原料性质及产品质量要求, 根据本领域常规知识确定。反应条件下溶解氢量可以实验测定, 可以根据本领域文献提供的经验公式计算, 也可以根据本领域文献提供的经验值估算, 上述经验公式及经验值可以参考中国石化出版社 2004 年出版的《加氢处理工艺与工程》一书相关内容。试验方法测定反应系统溶解氢量是本领域技术人员熟知的技术方法, 如在试验装置上, 采用与反应过程相同的条件, 在达到相当反应结果时测定系统溶解氢量。

[0060] 本发明方法中, 部分加氢产物作为循环油与反应原料混合, 以保证加氢反应的平稳操作以及催化剂的使用寿命, 循环量可以根据反应系统的具体情况确定, 例如反应放热较大时适当加大循环量, 反应化学氢耗高时适当加大循环量等, 一般来说循环量大对反应过程有利, 但会造成动力消耗增加等不利结果, 可以综合各种因素最终确定。循环使用的加氢产物可以直接循环使用, 也可以经过分馏系统后再循环使用。

[0061] 本发明方法中, 加氢工艺过程使用的原料可以包括汽油、煤油、柴油、VGO(减压馏分油)、CGO(焦化蜡油)、LCO(催化裂化轻循环油)、渣油、脱沥青油、润滑油等。根据目的产品的要求, 加氢工艺可以包括加氢精制, 加氢处理, 加氢改质, 加氢裂化等。

[0062] 本发明方法中, 其它加氢反应条件可以根据原料的性质、产品质量要求等, 按本领域一般知识确定, 一般来说, 反应温度为 $150 \sim 450^{\circ}\text{C}$, 反应压力为 $1 \sim 17\text{MPa}$, 液时体积空速为 $0.5 \sim 15\text{h}^{-1}$ 。

[0063] 本发明加氢反应过程中, 不设置氢气循环系统, 依靠液相产品大量循环时携带进反应系统的溶解氢来提供新鲜原料进行加氢反应所需要的氢气, 由于加氢产物的循环使用, 仍可以保持催化剂的活性稳定性。反应器采用与滴流床反应器相近结构反应器, 通过控制反应器排气量和排液量来控制反应器中的液体量和压力。其优点是可以消除催化剂的润湿因子影响和循环氢中 H_2S 及 NH_3 的影响; 由于循环油的比热容大, 从而大大降低反应器的温升, 提高催化剂的利用效率, 并可降低裂化等副反应, 同时可以保护反应所需的氢气量。本发明的特点之一是根据反应要求确定混入进料中的氢气量, 通过控制反应器排气量和排液量来控制反应器中的液体量和压力。

具体实施方式

[0064] 如图 1 所示, 图 1 为有两个催化剂床层的反应器, 反应器入口 19 设置在反应器顶部。图 1 所示反应器包括反应器筒体 1 和两个催化剂床层, 即第一催化剂床层 8 和第二催化剂床层 18, 2 个混合器, 即第一混合器 5 和第二混合器 15, 其中第一混合器 5 设置在反应器入口 19 下方, 第二混合器 15 设置在第一催化剂床层 8 和第二催化剂床层 18 之间, 第一混合器 5 和第二混合器 15 上设有混合器入口 20、溶氢混合物出口 21 和气体出口 6, 反应器

入口 19 设置在反应器的顶部并通过连接管 4 与第一混合器 5 的混合器入口 20 相连,第一混合器 5 的溶氢混合物出口 21 与第一催化剂床层 8 通过连接管 7 相连,第一混合器 5 的气体出口 6 延伸到反应器筒体 1 外部;第一催化剂床层 8 出口与第二混合器入口 20 通过连接管 9 相连,第二混合器 15 的溶氢混合物出口 21 与第二催化剂床层 18 通过连接管 7 相连,反应器出口 22 通过连接管 10 与出口阀 11 相连,反应器出口 22 设置在反应器筒体 1 下部,第一催化剂床层 8 和第二催化剂床层 18 之间设置有循环油和氢气入口 23。

[0065] 混合原料 2 和氢气 3 从反应器入口 19 进入,经连接管 4、混合器入口 20 进入到第一个混合器 5 中进行混合溶氢,气体 14 通过气体出口 6 排出反应器,溶氢的混合物通过溶氢混合物出口 21 进入到第一催化剂床层 8 进行加氢反应,至少脱除烃油中硫、氮、氧、金属杂质中一种污染物,并饱和芳烃,并改变烃油的分子结构;反应的混合物经连接管 9 进入到第二个混合器 15,部分循环油 13 和氢气 3 通过循环油和氢气入口 23 经连接管 9 进入到第二个混合器 15,气体 14 通过气体出口 6 排出反应器筒体 1,溶氢的混合物进入到催化剂床层 18 进一步进行加氢反应,至少脱除烃油中硫、氮、氧、金属杂质中一种污染物,并饱和芳烃,并改变烃油的分子结构,反应流出物 12 通过连接管 10 经反应器出口 22 和出口阀 11 流出反应器筒体 1。

[0066] 如图 2 所示,图 2 为有两个催化剂床层的反应器,反应器入口 19 设置在反应器底部。图 2 所示反应器包括反应器筒体 1 和两个催化剂床层,即第一催化剂床层 8 和第二催化剂床层 18,2 个混合器,即第一混合器 5 和第二混合器 15,其中第一混合器 5 设置在反应器入口 19 上方,第二混合器 15 设置在第一催化剂床层 8 和第二催化剂床层 18 之间,第一混合器 5 和第二混合器 15 上设有混合器入口 20、溶氢混合物出口 21 和气体出口 6,反应器入口 19 设置在反应器的顶部并通过连接管 4 与混合器入口 20 相连,第一混合器 5 的溶氢混合物出口 21 与第一催化剂床层 8 通过连接管 7 相连,第一混合器 5 的气体出口 6 延伸到反应器筒体 1 外部;第一催化剂床层 8 出口与第二混合器入口 20 通过连接管 9 相连,第二混合器 15 的溶氢混合物出口 21 与第二催化剂床层 18 通过连接管 7 相连,反应器出口 22 通过连接管 10 与出口阀 11 相连,反应器出口 22 设置在反应器筒体 1 顶部,第一催化剂床层 8 和第二催化剂床层 18 之间设置有循环油和氢气入口 23。

[0067] 混合原料 2 和氢气 3 从反应器入口 19 进入,经连接管 4、混合器入口 20 进入到第一个混合器 5 中进行混合溶氢,气体 14 通过气体出口 6 排出反应器,溶氢的混合物通过溶氢混合物出口 21 进入到第一催化剂床层 8 进行加氢反应,至少脱除烃油中硫、氮、氧、金属杂质中一种污染物,并饱和芳烃,并改变烃油的分子结构;反应的混合物经连接管 9 进入到第二个混合器 15,部分循环油 13 和氢气 3 通过循环油和氢气入口 23 经连接管 9 进入到第二个混合器 15,气体 14 通过气体出口 6 排出反应器筒体 1,溶氢的混合物进入到催化剂床层 18 进一步进行加氢反应,至少脱除烃油中硫、氮、氧、金属杂质中一种污染物,并饱和芳烃,并改变烃油的分子结构,反应流出物 12 通过连接管 10 经反应器出口 22 和出口阀 11 流出反应器筒体 1。

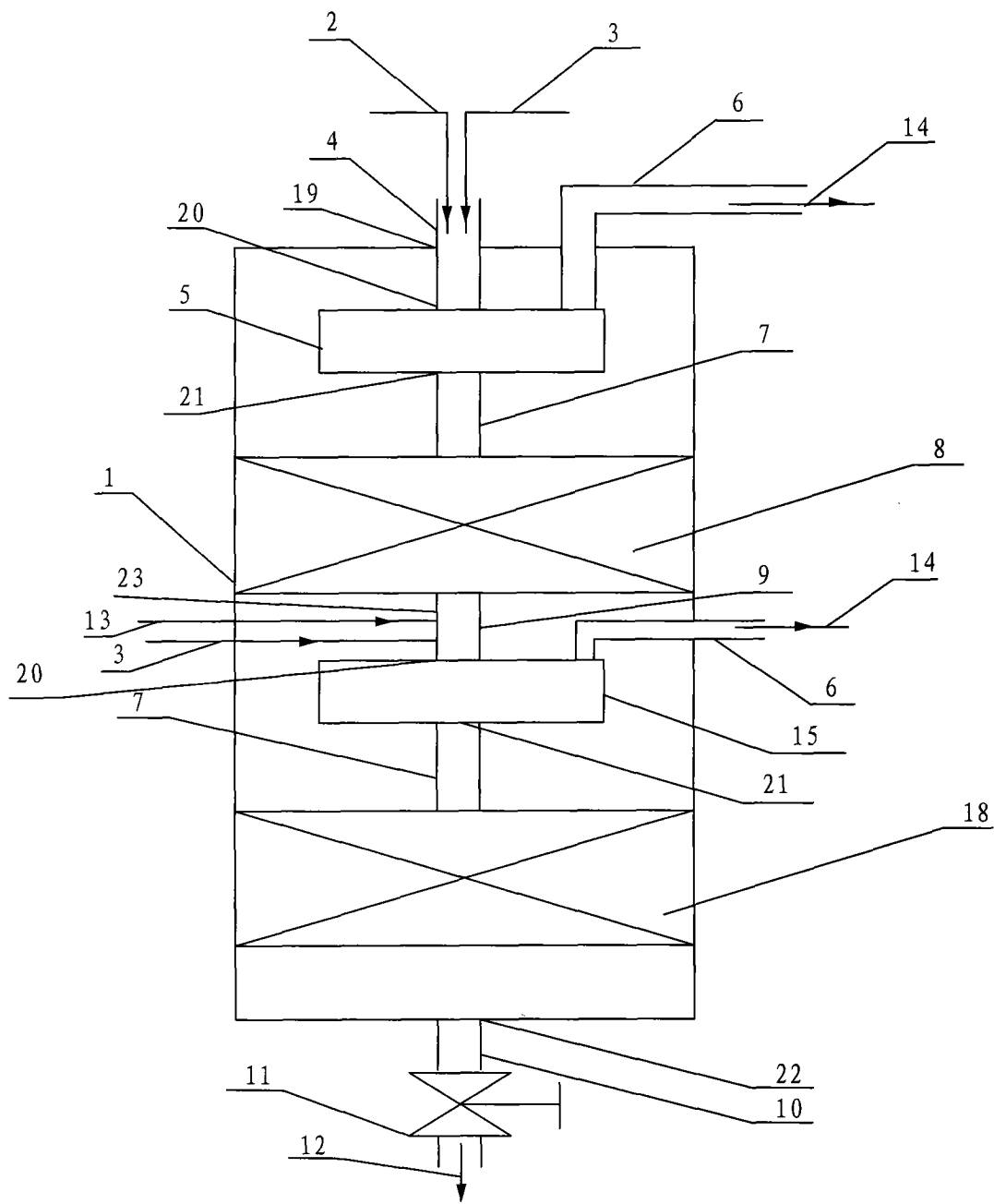


图 1

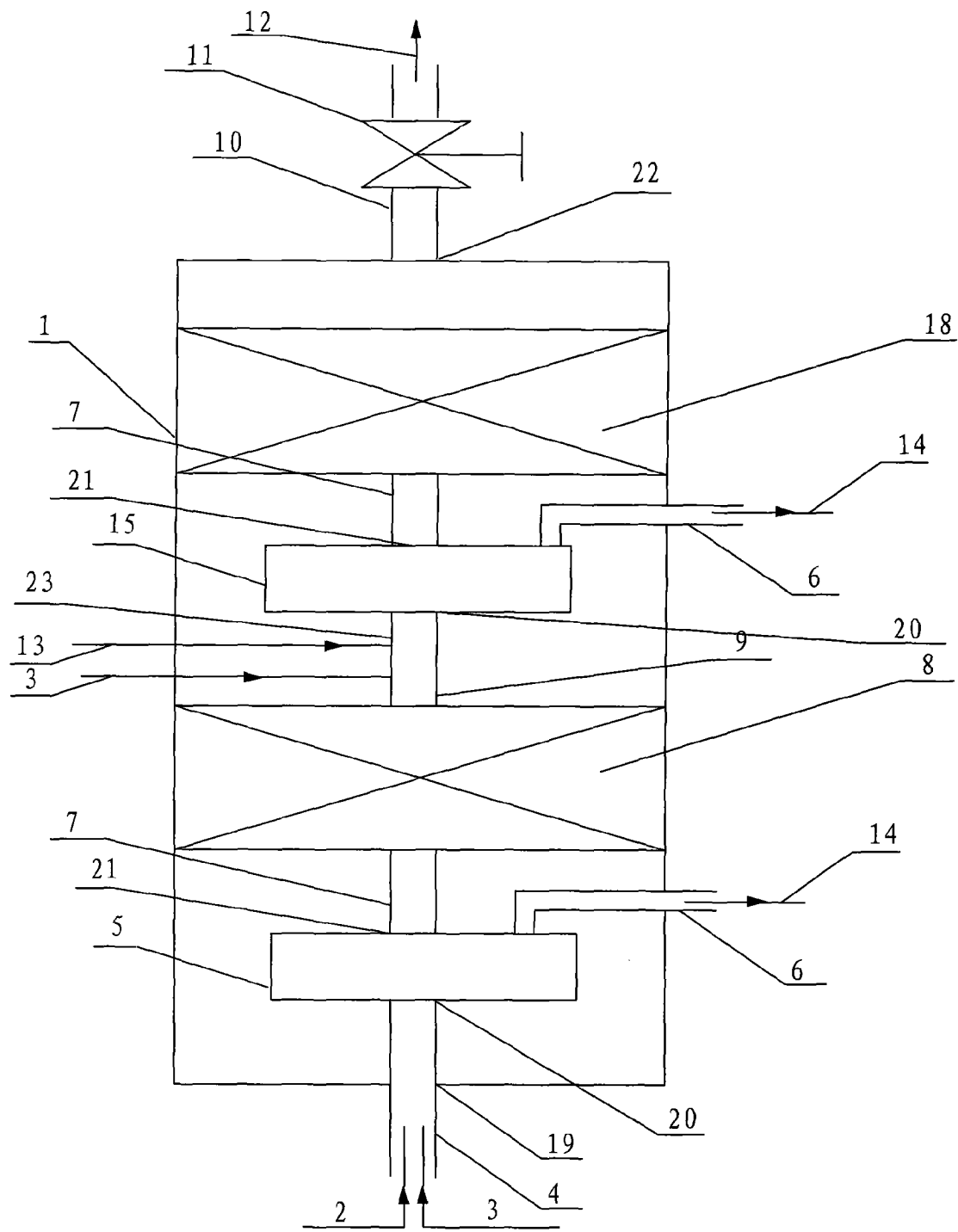


图 2