



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101338220 B

(45)授权公告日 2016.08.03

(21)申请号 200810140991.8

(22)申请日 2008.08.11

(73)专利权人 中国石油化工集团公司

地址 100029 北京市朝阳区惠新东街甲6号

专利权人 中石化洛阳工程有限公司

(72)发明人 叶杏园 朱华兴 王月霞 董利萍
薛皓 张光黎 师敬伟 胡敏
李淑红

(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.

C10G 45/02(2006.01)

(56)对比文件

US 6428686 B1,2002.08.06,说明书第3栏

第65行至第4栏第27行,第3栏第1-35行,第8栏第34-60行,第9栏第5-20行,权利要求2-5,权利要求21.

CN 101194001 A,2008.06.04,全文.

CN 1464034 A,2003.12.31,全文.

审查员 张华

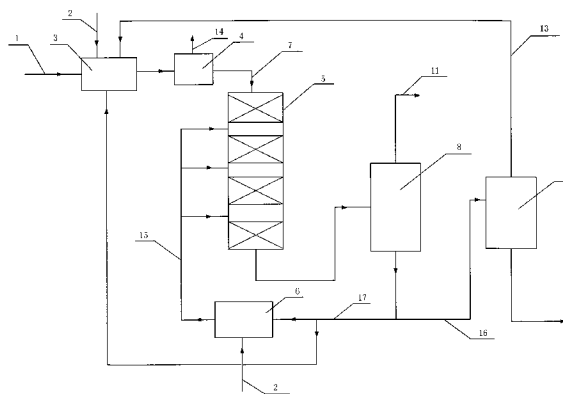
权利要求书3页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种烃油加氢方法

(57)摘要

本发明公开了一种烃油加氢方法,该方法取消了循环氢和循环氢压缩机,氢气在溶剂或者稀释剂的存在下与新鲜原料油和部分循环油混合形成混物流,混物流进入反应器与催化剂接触,另一部分或者全部循环油与氢气混合,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器,反应流出物进行气液分离,液相进一步分离出溶剂或者稀释剂循环使用,分离出的液体产物部分作为产品,部分作为循环油,氢气在溶剂或者稀释剂中的溶解度大于氢气在新鲜原料油和溶剂或者稀释剂混合物中的溶解度。



1. 一种烃油加氢方法,其特征在于:氢气在溶剂或者稀释剂的存在下与新鲜原料油和部分循环油混合形成混合物流,混合物流进入反应器与催化剂接触,另一部分循环油与氢气混合,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器,反应流出物进行气液分离,液相进一步分离出溶剂或者稀释剂循环使用,分离出的液体产物部分作为产品,部分作为循环油,氢气在溶剂或者稀释剂中的溶解度大于氢气在新鲜原料油和溶剂或者稀释剂混合物中的溶解度。

2. 依照权利要求1所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:混合物流从反应器顶部进入反应器,反应流出物从反应器底部流出进行气液分离。

3. 依照权利要求1所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:混合物流从反应器底部进入反应器,反应流出物从反应器顶部流出进行气液分离。

4. 依照权利要求1所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:另一部分循环油在溶剂或者稀释剂存在下与氢气混合。

5. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:混合物流分离出气体后进入反应器。

6. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:混合物流在混合器内混合,从混合器顶部分离出气体后进入反应器。

7. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:从混合器顶部分离出气体后进入反应器的混合物流,液体与催化剂接触,气体从反应器顶部排除。

8. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:从混合器顶部分离出气体后进入反应器的混合物流,液体与催化剂接触反应,气体从反应器顶部排除,另一部分循环油与氢气混合排除气体后,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器。

9. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:溶剂或者稀释剂为轻馏分油、VGO和加氢后的烃油中的至少一种。

10. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:利用循环油与新鲜原料油的混合比控制混合物流进入反应器的温度,利用进入催化剂床层之间的循环油量控制反应器温度。

11. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:反应器内的催化剂至少分两段装填。

12. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油为烃油或者烃油的馏分油。

13. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油为馏分油、润滑油、煤液化油、页岩油或者其产品。

14. 依照权利要求1或2或3或4所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油在加氢反应器内,至少脱出硫、氮、氧和金属杂质的一种,并饱和芳烃。

15. 一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油与部分循环油混合后再在溶剂或者稀释剂的存在下与氢气混合形成混合物流,混合物流进入反应器与催化剂接触,另一部分循环油与氢气混合,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器,反应流出物进行气液分离,液相进一步分离出溶剂或者稀释剂循环使用,分离出的液体产物部分作为产品,部分作为循环油,氢气在溶剂或者稀释剂中的溶解度大于氢气在新鲜原料油和溶剂或者稀释

剂混合物中的溶解度。

16. 依照权利要求15所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:混合物流从反应器顶部进入反应器,反应流出物从反应器底部流出进行气液分离。

17. 依照权利要求16所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:混合物流从反应器底部进入反应器,反应流出物从反应器顶部流出进行气液分离。

18. 依照权利要求16所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:另一部分循环油在溶剂或者稀释剂存在下与氢气混合。

19. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:混合物流分离出气体后进入反应器。

20. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:混合物流在混合器内混合,从混合器顶部分离出气体后进入反应器。

21. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:从混合器顶部分离出气体后进入反应器的混合物流,液体与催化剂接触,气体从反应器顶部排除。

22. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:从混合器顶部分离出气体后进入反应器的混合物流,液体与催化剂接触反应,气体从反应器顶部排除,另一部分循环油与氢气混合排除气体后,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器。

23. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:溶剂或者稀释剂为轻馏分油、VG0和加氢后的烃油中的至少一种。

24. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:利用循环油与新鲜原料油的混合比控制混合物流进入反应器的温度,利用进入催化剂床层之间的循环油量控制反应器温度。

25. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:反应器内的催化剂至少分两段装填。

26. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油为烃油或者烃油的馏分油。

27. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油为馏分油、润滑油、煤液化油、页岩油或者其产品。

28. 依照权利要求16或17或18或19所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油在加氢反应器内,至少脱出硫、氮、氧和金属杂质的一种,并饱和芳烃。

29. 一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油、部分循环油和溶剂或者稀释剂混合后与氢气混合形成混合物流,混合物流进入反应器与催化剂接触,另一部分循环油与氢气混合,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器,反应流出物进行气液分离,液相进一步分离出溶剂或者稀释剂循环使用,分离出的液体产物部分作为产品,部分作为循环油,氢气在溶剂或者稀释剂中的溶解度大于氢气在新鲜原料油和溶剂或者稀释剂混合物中的溶解度。

30. 一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油与溶剂或者稀释剂混合后再与部分循环油和氢气混合形成混合物流,混合物流进入反应器与催化剂接触,另一部循环油分与氢气混合,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器,反应流出物从反应器底部引

出进行气液分离,液相进一步分离出溶剂或者稀释剂循环使用,分离出的液体产物部分作为产品,部分作为循环油,氢气在溶剂或者稀释剂中的溶解度大于氢气在新鲜原料油和溶剂或者稀释剂混合物中的溶解度。

一种烃油加氢方法

技术领域

[0001] 本发明涉及烃油加氢技术,特别涉及液固两相烃油加氢技术。

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。烃油加氢过程实际上参与反应的氢气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,循环到加氢反应器继续参与反应;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,抑制生成焦炭的缩合反应。

[0004] 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”。

[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] 采用过剩氢气的目的是加强传质和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,为了取消循环氢压缩机,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,该技术是将循环油与原料油和氢气混合后进入加氢反应器,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,循环油的存在抑制了新鲜原料油和氢与催化剂的接触机会,降低了新鲜原料油和氢的传质和反应速度。

发明内容

[0009] 本发明提出了一种炔油加氢方法,取消了循环氢和循环氢压缩机,加强新鲜原料油和氢与催化剂的接触机会,提高传质和反应速度,减小了反应器体积。

[0010] 本发明一种炔油加氢方法为:氢气在溶剂或者稀释剂的存在下与新鲜原料油和部分循环油混合形成混合物流,混合物流进入反应器与催化剂接触,另一部分或者全部循环油与氢气混合,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器,反应流出物进行气液分离,液相进一步分离出溶剂或者稀释剂循环使用,分离出的液体产物部分作为产品,部分作为循环油,氢气在溶剂或者稀释剂中溶解度大于氢气在新鲜原料油和溶剂或者稀释剂混合物中的溶解度。

[0011] 所述的混合物流从反应器顶部进入反应器,反应流出物从反应器底部流出进行气液分离。

[0012] 所述的混合物流从反应器底部进入反应器,反应流出物从反应器顶部流出进行气液分离。

[0013] 所述的另一部分或者全部循环油在溶剂或者稀释剂存在下与氢气混合。

[0014] 所述的混合物流分离出气体后进入反应器。

[0015] 所述的混合物流在混合器内混合,从混合器顶部分离出气体后进入反应器。

[0016] 所述的一种炔油加氢方法,其特征还在于:从混合器顶部分离出气体后进入反应器的混合物流,液体与催化剂接触,气体从反应器顶部排除。

[0017] 所述的一种炔油加氢方法,其特征还在于:从混合器顶部分离出气体后进入反应器的混合物流,液体与催化剂接触反应,气体从反应器顶部排除,另一部分或者全部循环油与氢气混合排除气体后,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器。

[0018] 所述的一种炔油加氢方法,其特征还在于:氢气与新鲜原料油和部分循环油混合形成混合物流。

[0019] 本发明提出另一种炔油加氢方法,其特征还在于:新鲜原料油与部分循环油混合后再在溶剂或者稀释剂的存在下与氢气混合形成混合物流,混合物流进入反应器与催化剂接触,另一部分或者全部循环油与氢气混合,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器,反应流出物进行气液分离,液相进一步分离出溶剂或者稀释剂循环使用,分离出的液体产物部分作为产品,部分作为循环油,氢气在溶剂或者稀释剂中的溶解度大于氢气在新鲜原料油和溶剂或者稀释剂混合物中的溶解度。

[0020] 所述的另一种炔油加氢方法,其特征还在于:混合物流从反应器顶部进入反应器,反应流出物从反应器底部流出进行气液分离。

[0021] 所述的另一种烃油加氢方法,其特征还在于:混合物流从反应器底部进入反应器,反应流出物从反应器顶部流出进行气液分离。

[0022] 所述的另一部分或者全部循环油在溶剂或者稀释剂存在下与氢气混合。

[0023] 所述的另一种烃油加氢方法,其特征还在于:混合物流分离出气体后进入反应器。

[0024] 所述的另一种烃油加氢方法,其特征还在于:混合物流在混合器内混合,从混合器顶部分离出气体后进入反应器。

[0025] 所述的另一种烃油加氢方法,其特征还在于:从混合器顶部分离出气体后进入反应器的混合物流,液体与催化剂接触反应,气体从反应器顶部排除。

[0026] 所述的一种烃油加氢方法,其特征在于:从混合器顶部分离出气体后进入反应器的混合物流,液体与催化剂接触反应,气体从反应器顶部排除,另一部分或者全部循环油与氢气混合排除气体后,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器。

[0027] 所述的另一种烃油加氢方法,其特征还在于:氢气与新鲜原料油和循环油混合形成混合物流。

[0028] 本发明所述加氢反应器中催化剂至少分两段床层装填,形成至少两段催化剂床层,从第一段催化剂床层出来的流出物与引入的循环油混合进入第二段催化剂床层,与催化剂接触继续进行反应,从第二段催化剂床层出来的流出物与引入的循环油混合后进入第三段催化剂床层,依此类推,反应流出物从反应器底部引出。

[0029] 本发明所述的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] 本发明所述一种烃油加氢方法和另一种烃油加氢方法的新鲜原料油为烃油或者烃油的馏分油,如石油馏分、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。

[0031] 本发明提供另一种烃油加氢方法,新鲜原料油、部分循环油和溶剂或者稀释剂混合后与氢气混合形成混合物流,混合物流进入反应器与催化剂接触,另一部分或者全部循环油与氢气混合,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器,反应流出物进行气液分离,液相进一步分离出溶剂或者稀释剂循环使用,分离出的液体产物部分作为产品,部分作为循环油,氢气在溶剂或者稀释剂中的溶解度大于氢气在新鲜原料油和溶剂或者稀释剂混合物中的溶解度。

[0032] 本发明提出另一种烃油加氢方法,其特征在于:新鲜原料油与溶剂或者稀释剂混合后再与部分循环油和氢气混合形成混合物流,混合物流进入反应器与催化剂接触,另一部分或者全部循环油与氢气混合,一路或者分路从反应器催化剂床层之间进入反应器,反应流出物进行气液分离,液相进一步分离出溶剂或者稀释剂循环使用,分离出的液体产物部分作为产品,部分作为循环油,氢气在溶剂或者稀释剂中的溶解度大于氢气在新鲜原料油和溶剂或者稀释剂混合物中的溶解度。

[0033] 本发明所述一种烃油加氢方法和另一种烃油加氢方法,至少脱除其硫、氮、氧、金属杂质中一种污染物,并饱和芳烃,改变烃油的分子结构。

[0034] 本发明一种烃油加氢方法和另一种烃油加氢方法取消了循环氢和循环氢压缩机,利用烃油、溶剂或者稀释剂将氢溶解在其中,为烃油加氢提供氢源,其中溶剂或者稀释剂对氢的溶解能力大于烃油,溶剂或者稀释剂的添加量根据烃油加氢过程反应所需氢的量,即

化学氢耗而进行调节。

[0035] 本发明一种烃油加氢方法和另一种烃油加氢方法:利用循环油与新鲜原料油的混合比控制混合物流进入反应器的温度,利用进入催化剂床层之间的循环油量控制反应器温度。

[0036] 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。

[0037] 本发明一种烃油加氢方法和另一种烃油加氢方法可用于直馏馏分、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。

[0038] 本发明烃油加氢方法有以下优点:

[0039] 1)催化剂用量少;

[0040] 2)氢损失较小;

[0041] 3)较低的操作费用;

[0042] 4)液体收率较高;

[0043] 5)较大的操作灵活性;

[0044] 6)产品的硫氮含量非常低;

[0045] 7)较低的投资;

[0046] 8)减小了反应器体积;

[0047] 9)对于生产超低硫柴油而言,改造费用很低。

[0048] 与滴流床加氢反应器的现有技术相比,本发明:可脱硫90%~98%,而氢耗仅是滴流床加氢反应器的70%~90%,催化剂总用量仅为15%~30%。

附图说明

[0049] 图1为本发明烃油加氢处理流程图。

[0050] 图2为本发明另一种烃油加氢处理流程图。

[0051] 图3为本发明第三种烃油加氢处理流程图。

[0052] 图4为本发明第四种烃油加氢处理流程图。

[0053] 图5为本发明第五种烃油加氢处理流程图。

[0054] 图6为本发明第六种烃油加氢处理流程图。

[0055] 图7为本发明第七种烃油加氢处理流程图。

[0056] 图8为本发明第八种烃油加氢处理流程图。

[0057] 图9为本发明第九种烃油加氢处理流程图。

[0058] 图10为本发明第十种烃油加氢处理流程图。

[0059] 图11为本发明第十一种烃油加氢处理流程图。

[0060] 图12为本发明柴油加氢处理流程图。

[0061] 图中:1-新鲜原料油,2-氢气,3-第一混合器,4-分离罐,5-反应器,6-第二混合器,7-反应器进料,8-第一分离器,9-第二分离器,11-第一分离器废气,13-溶剂或者稀释剂,

14-分离罐废气,15-溶氢循环油,16-第一分离器分离产物,17-循环油,20-第二混合器废气。

具体实施方式

[0062] 如图1所示,图中所示反应器为四段催化剂床层。新鲜原料油1在溶剂或者稀释剂13存在下与氢气2和部分循环油在第一混合器3中混合,混合物流进入分离罐4,分离出分离罐废气14后成为反应器进料7,反应器进料7从反应器5顶部进入反应器第一段催化剂床层与催化剂接触反应,另一部分或者全部循环油在第二混合器6中与氢气2混合成为溶氢循环油15,溶氢循环油15分别从反应器5的第一段与第二段催化剂床层、第二段与第三段催化剂床层和第三段与第四段催化剂床层之间进入反应器5,从反应器5底部出来的反应流出物进入第一分离器8进行分离,分离出第一分离器废气11,从第一分离器8底部出来的分离产物分成两部分,一部分作为第一分离器分离产物16,另一部分作为循环油17,第一分离器分离产物16再进入第二分离器9进行分离,从第二分离器9顶部出来的物流作为溶剂或者稀释剂13,从第二分离器9底部出来的分离产物作为产品出装置。一部分循环油17回第一混合器3,另一部分或者全部循环油17进入第二混合器6与氢气2混合成为溶氢循环油15。

[0063] 图2,其与图1的区别在于:反应器进料7从反应器5底部进入反应器5,反应器5的反应流出物从反应器5的顶部出来进入第一分离器8。

[0064] 图3,其与图1的区别在于:从第二分离器9顶部出来的物流作为溶剂或者稀释剂13分成两股循环使用,一股进第一混合器3,另一股进第二混合器6。

[0065] 图4,其与图3的区别在于:反应器进料7从反应器5底部进入反应器5,反应器5的反应流出物从反应器5的顶部出来进入第一分离器8。

[0066] 图5,其与图3的区别在于:在第一混合器3中混合的混合物流从第一混合器3中排出第一混合器废气12后成为反应器进料7,反应器进料7从反应器5顶部进入反应器5。

[0067] 图6,其与图5的区别在于:反应器进料7从反应器5底部进入反应器5,反应器5的反应流出物从反应器5的顶部出来进入第一分离器8。

[0068] 图7,其与图5的区别在于:反应器进料7从反应器5顶部进入反应器5,反应器5顶部排出反应器废气4,反应器5底部出来的反应流出物进入第一分离器8进行分离。

[0069] 图8,其与图7的区别在于:反应器进料7从反应器5底部进入反应器5,从反应器5顶部出来的反应流出物进入第一分离器8进行分离。

[0070] 图9,其与图3的区别在于:在第一混合器3中混合的混合物流从第一混合器3中排出第一混合器废气12后成为反应器进料7,反应器进料7从反应器5顶部进入反应器5,反应器5顶部排出反应器废气4,反应器5底部出来的反应流出物进入第一分离器8进行分离,从第一分离器8底部出来的分离产物分成两部分,一部分作为第一分离器分离产物16,另一部分作为循环油17,第一分离器分离产物16再进入第二分离器9进行分离,从第二分离器9顶部出来的物流作为溶剂或者稀释剂13分成两股循环使用,从第二分离器9底部出来的分离产物作为产品出装置。一部分循环油17回第一混合器3,另一部分或者全部循环油17进入第二混合器6与氢气2和另一股溶剂或者稀释剂13在6中混合,排除第二混合器废气20后成为溶氢循环油15。

[0071] 图10,其与图9的区别在于:反应器进料7从反应器5底部进入反应器5,从反应器5

顶部出来的反应流出物进入第一分离器8进行分离。

[0072] 图11,其与图1的区别在于:新鲜原料油1与部分循环油17混合后再在溶剂或者稀释剂13的存在下与氢气2混合形成混合物流。

[0073] 图12,如图12所示,图12中所示反应器为四段催化剂床层。新鲜原料油1与氢气2和部分循环油在第一混合器3中混合,混合物流进入分离罐4,分离出分离罐废气14后成为反应器进料7,从反应器5顶部进入反应器5与催化剂接触反应,另一部分或者全部循环油与氢气2混合,溶氢循环油15分别从反应器5的第一段与第二段催化剂床层、第二段与第三段催化剂床层和第三段与第四段催化剂床层之间进入反应器5,从反应器5底部出来的反应流出物进入第一分离器8进行分离,分离出第一分离器废气11,从第一分离器8底部出来的分离产物分成两部分,一部分作为产品出装置,另一部分作为循环油17,一部分循环油17循环回第一混合器3,另一部分或者全部循环油17进入第二混合器6与氢气2混合成为溶氢循环油15。

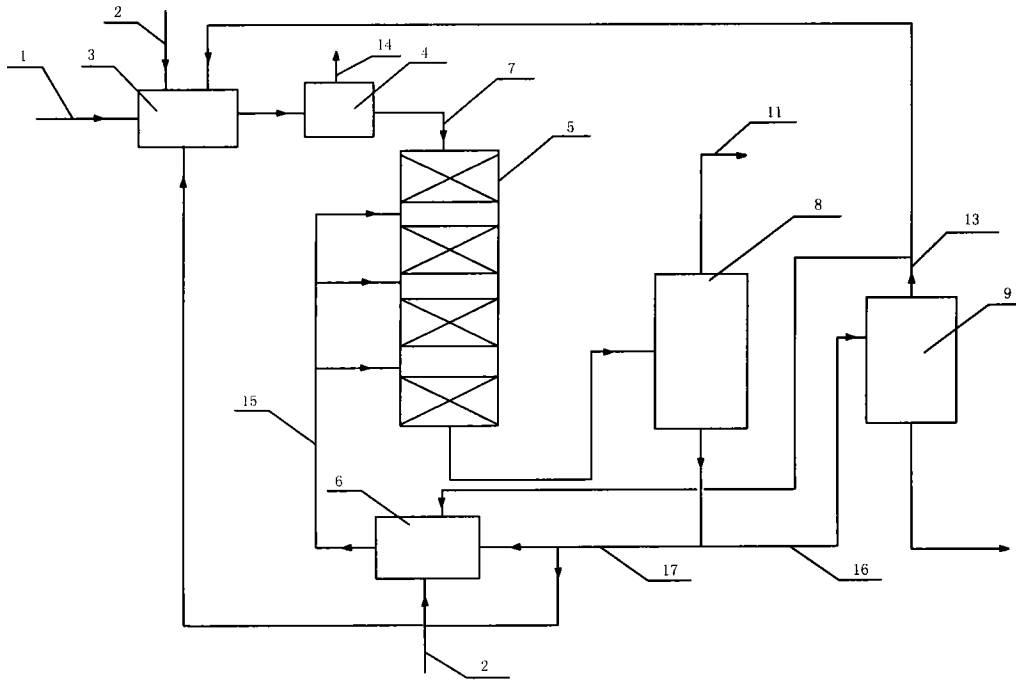


图3

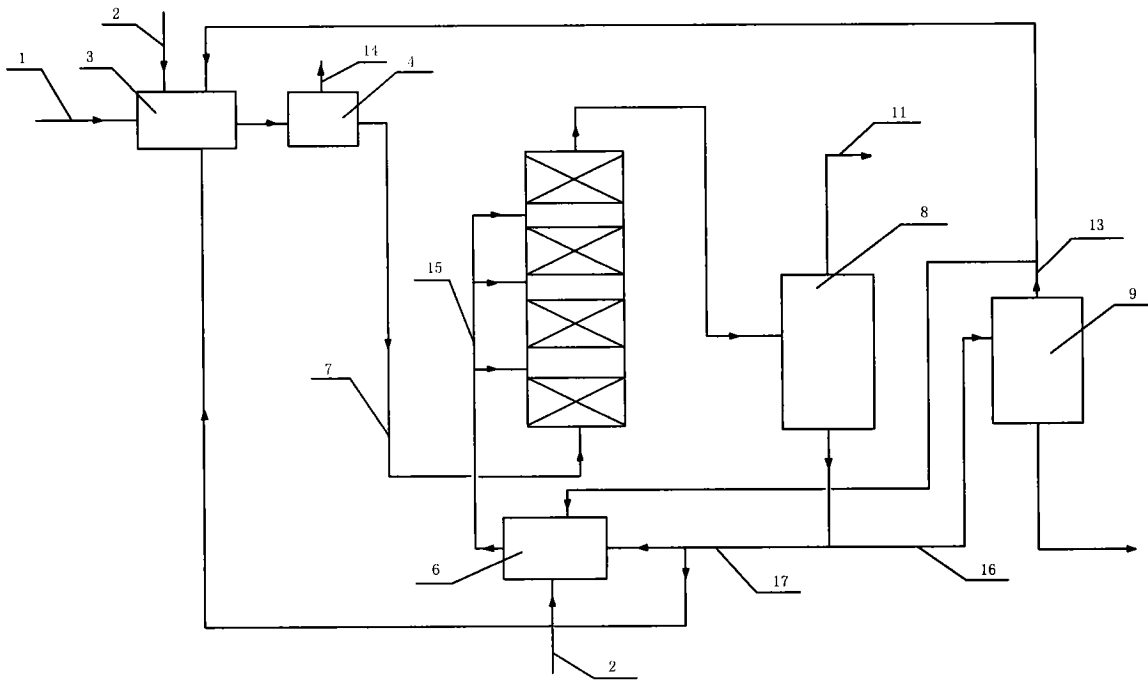


图4

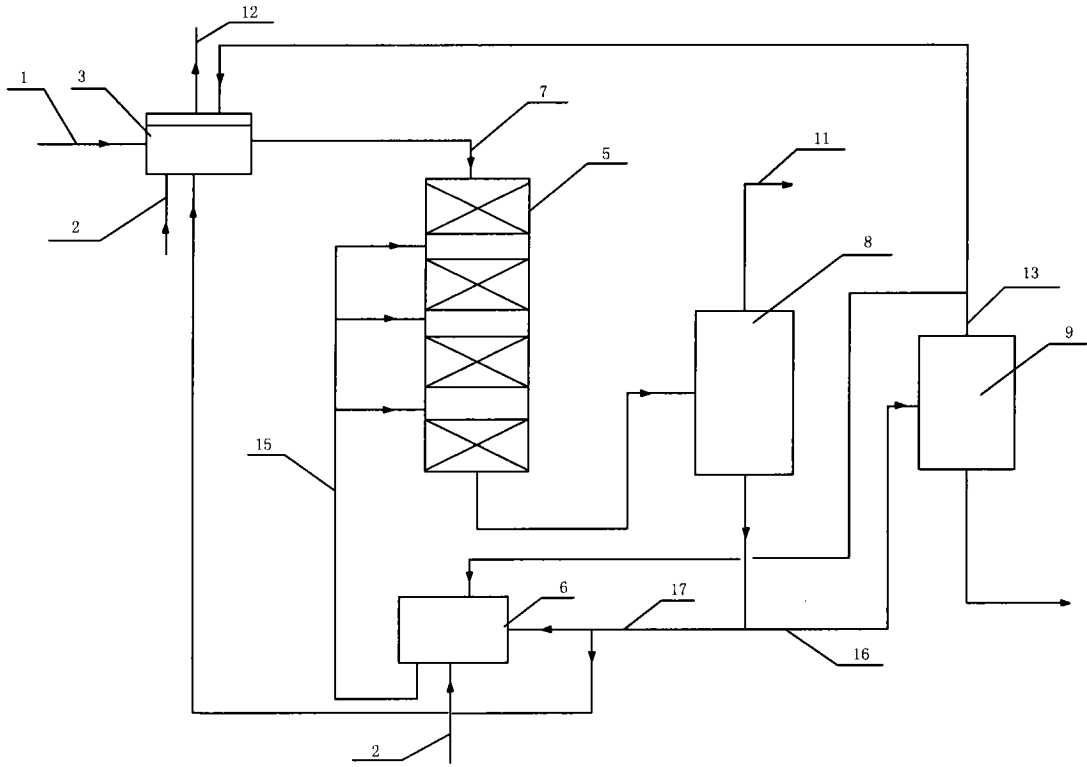


图5

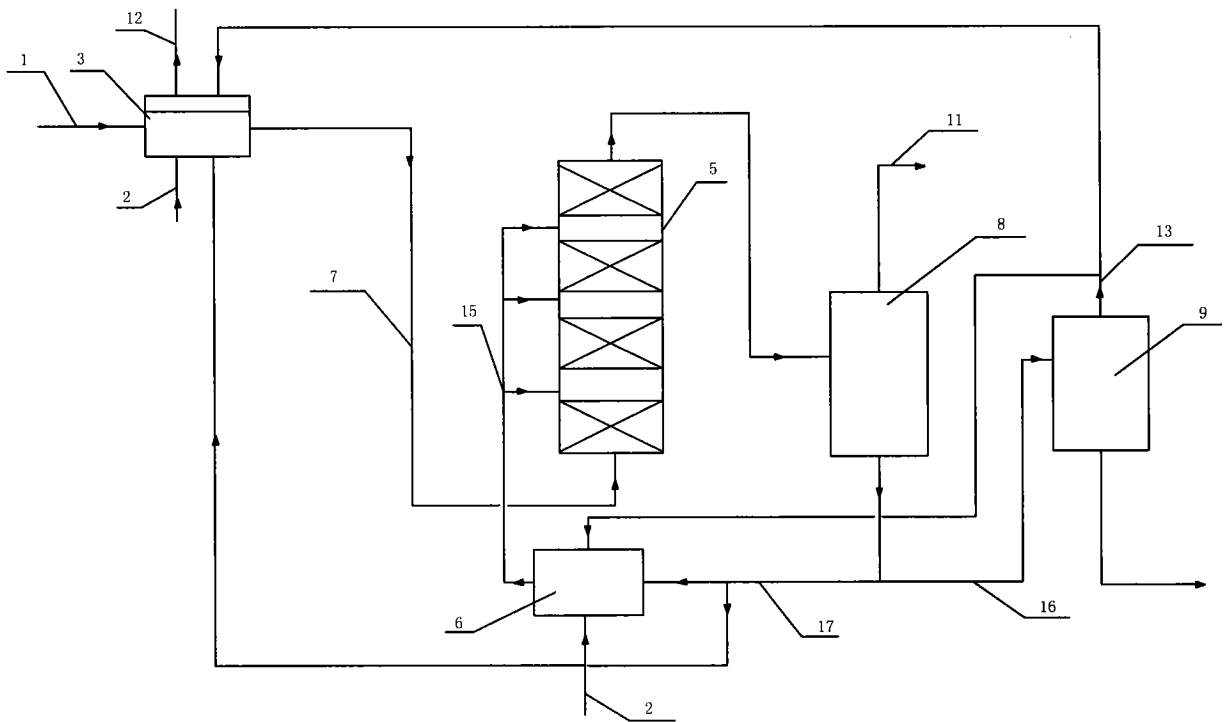


图6

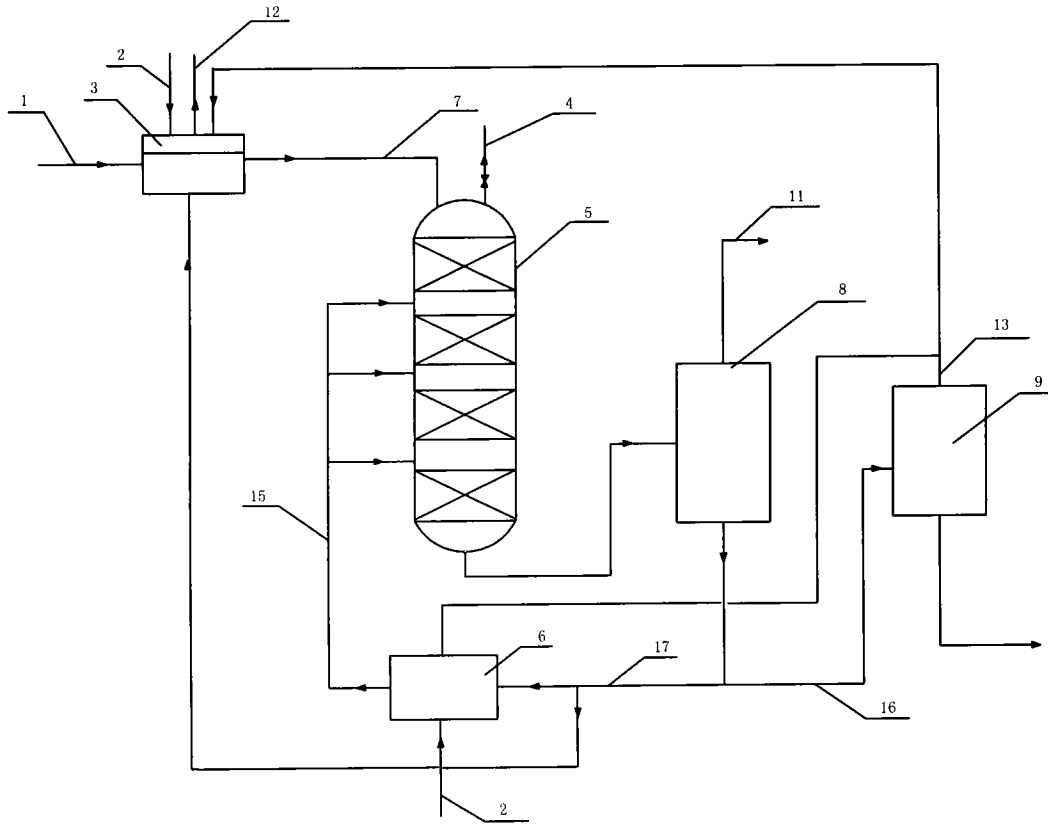


图7

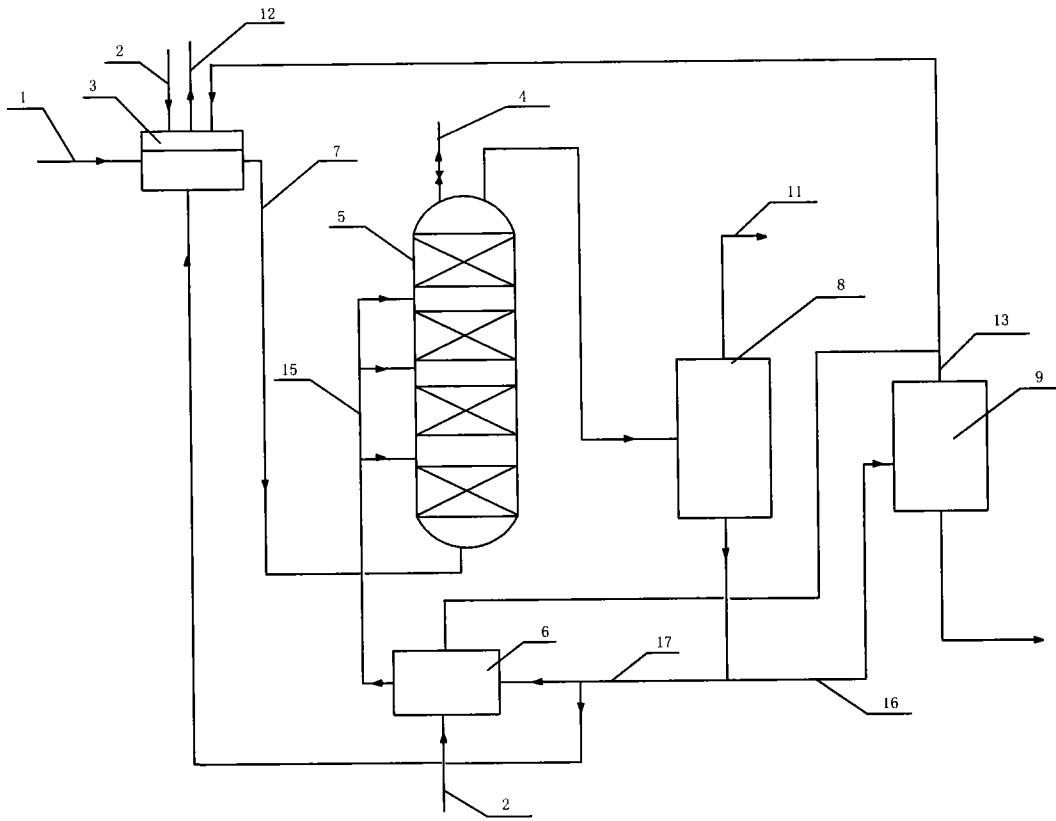


图8

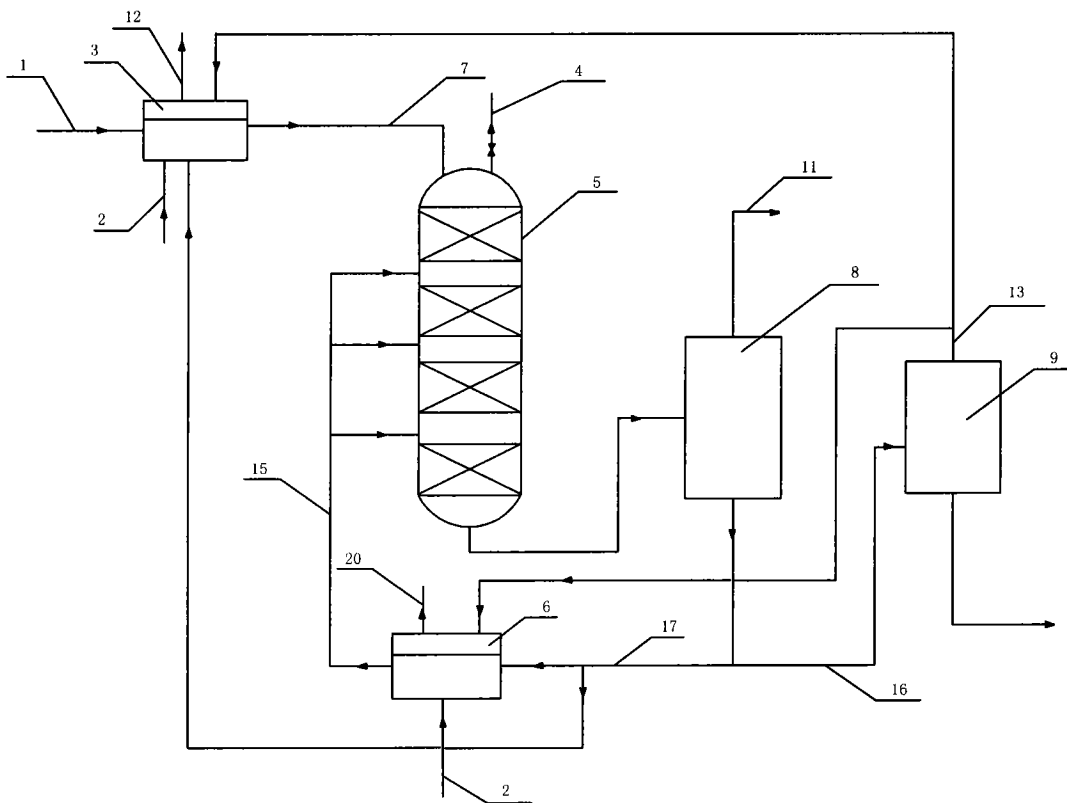


图9

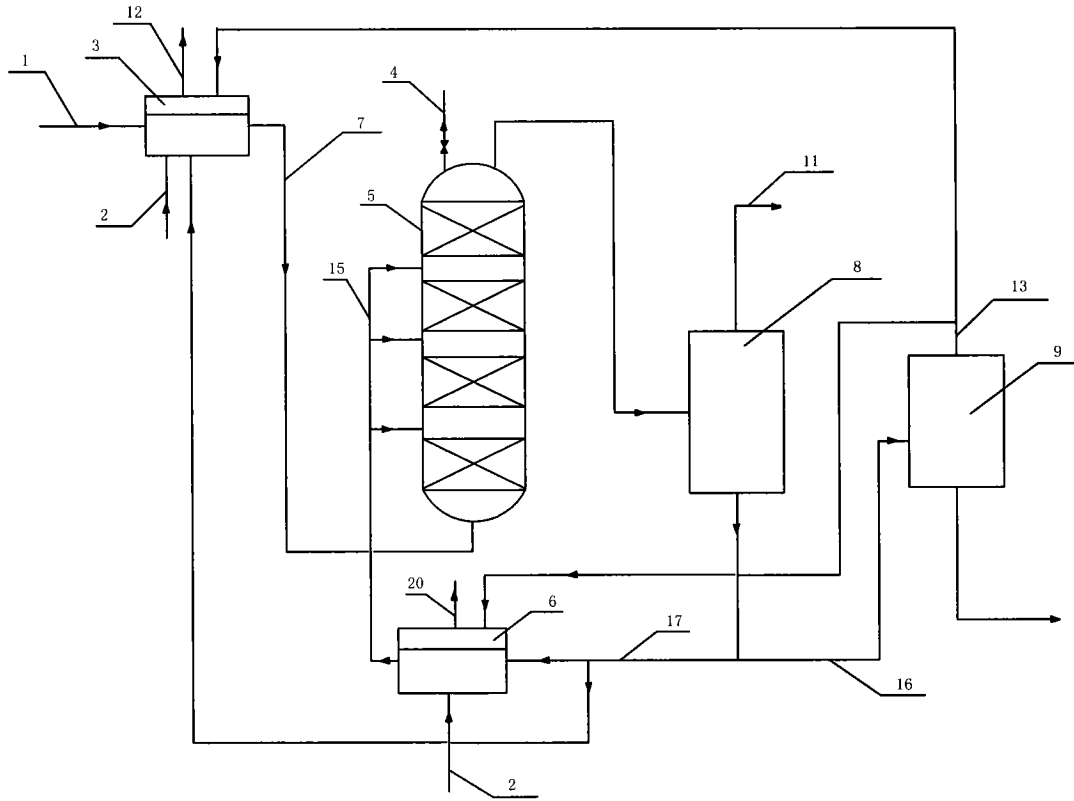


图10

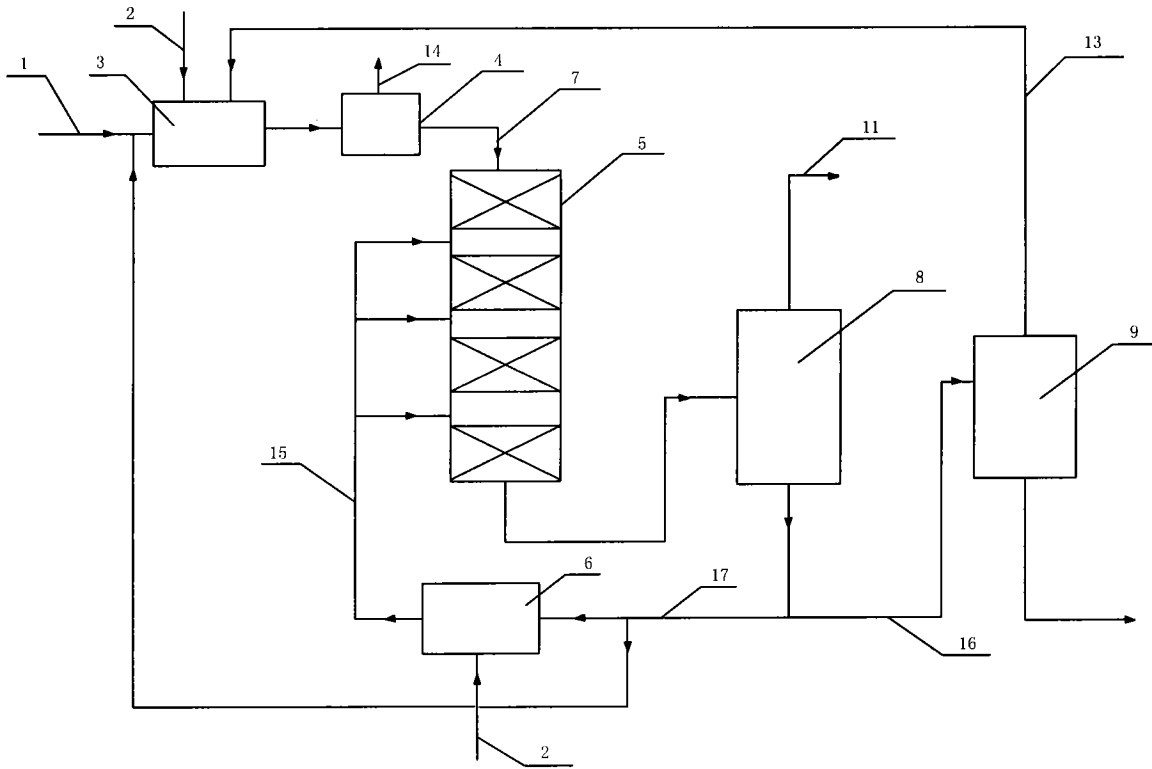


图11

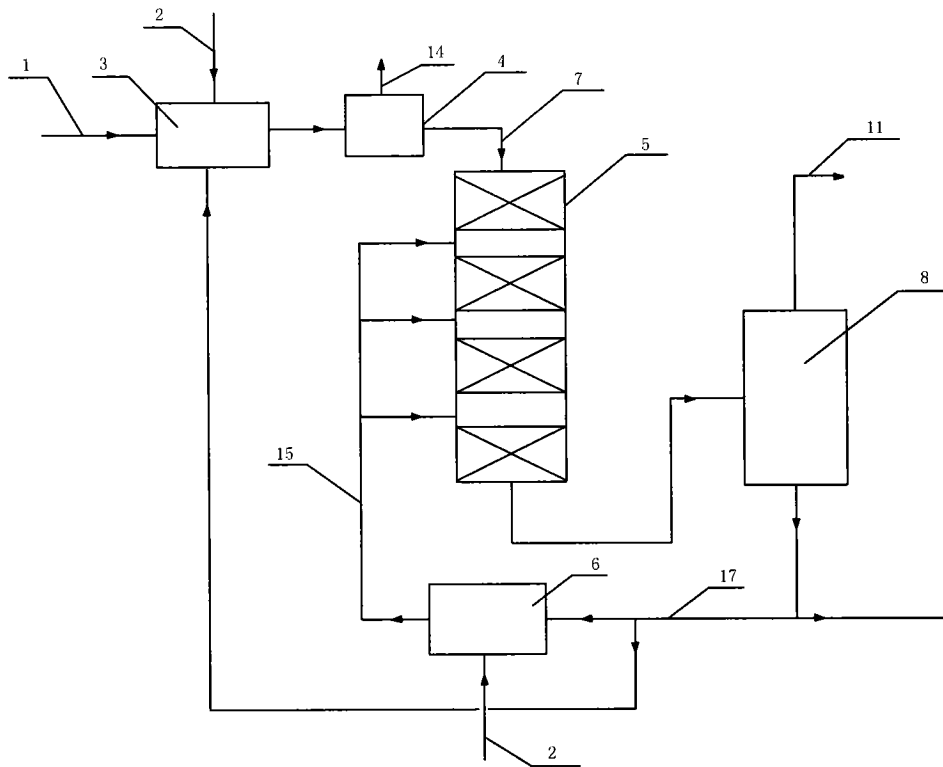


图12