



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101173202 B

(45) 授权公告日 2010.09.15

(21) 申请号 200610134148.X

审查员 杨金辉

(22) 申请日 2006.11.01

(73) 专利权人 中国石油化工股份有限公司

地址 113001 辽宁省抚顺市望花区丹东路
段 31 号

专利权人 中国石油化工股份有限公司抚顺
石油化工研究院

(72) 发明人 刘建锟 杨涛 贾丽 李鹤鸣
贾永忠

(74) 专利代理机构 抚顺宏达专利代理有限责
任公司 21102

代理人 李微

(51) Int. Cl.

C10M 175/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1539936 A, 2004.10.27, 全文.

US 4431523 A, 1984.02.14, 全文.

CN 1351135 A, 2002.05.29, 全文.

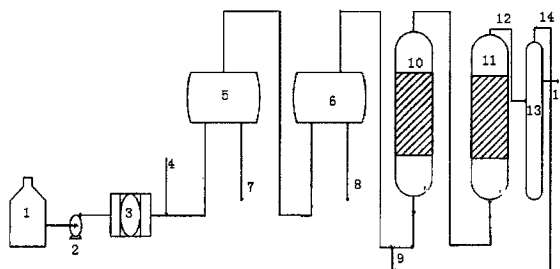
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种废润滑油的回收利用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种废润滑油回收利用方法。采用过滤、电脱水脱金属、沸腾床加氢脱金属、沸腾床加氢精制等工艺的有机结合,并优化了操作条件。与现有技术相比,本发明方法能够将废润滑油中大部分的杂质有效脱除,并且改善了一些如色度、氧化安定性、中和值等性质,同时提高了润滑油基础油的收率,实现了废润滑油的回收和有效利用。



1. 一种废润滑油的回收利用方法,包括以下过程:

- (1) 将废润滑油进入过滤器进行过滤;
- (2) 经过滤后进入电脱水脱金属罐内;
- (3) 经过脱水脱金属后,进入沸腾床反应器内,进行加氢脱金属反应;
- (4) 经过沸腾床反应器内加氢脱金属后,进行沸腾床加氢精制处理反应;
- (5) 蒸馏回收润滑油基础油;

其中:步骤(1)所述的过滤温度为 $50 \sim 200^{\circ}\text{C}$,使用400-800目过滤筛网;

步骤(2)所述的电脱水脱金属罐内加入 $5 \sim 50 \mu\text{g/g}$ 的破乳剂,电场强度为 $400 \sim 1500\text{V/cm}$;

步骤(3)所述沸腾床脱金属反应条件为:反应温度 $300 \sim 360^{\circ}\text{C}$,反应压力 $5 \sim 15\text{MPa}$,体积空速 $0.2 \sim 2.0\text{h}^{-1}$,氢油比 $500 \sim 1200$;

步骤(4)中所述沸腾床加氢精制反应条件为:反应温度 $250 \sim 350^{\circ}\text{C}$,反应压力 $5 \sim 10\text{MPa}$,体积空速 $0.5 \sim 2.0\text{h}^{-1}$,氢油比 $500 \sim 1200$ 。

2. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于步骤(1)所述的过滤温度为 $80 \sim 120^{\circ}\text{C}$,使用600-800目过滤筛网。

3. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于步骤(2)所述电脱水脱金属罐使用两级串联方式。

4. 按照权利要求1或3所述的方法,其特征在于步骤(2)所述的电脱水脱金属罐内加入 $10 \sim 20 \mu\text{g/g}$ 的破乳剂,电场强度为 $500 \sim 1000\text{V/cm}$ 。

5. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于步骤(3)所述沸腾床脱金属反应条件为:反应温度 $320 \sim 350^{\circ}\text{C}$,反应压力 $8 \sim 12\text{MPa}$,体积空速 $0.5 \sim 1.0\text{h}^{-1}$,氢油比 $600 \sim 800$ 。

6. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于步骤(4)中所述沸腾床加氢精制反应条件为:反应温度 $270 \sim 320^{\circ}\text{C}$,反应压力 $6 \sim 8\text{MPa}$,体积空速 $1.0 \sim 1.5\text{h}^{-1}$,氢油比 $800 \sim 1000$ 。

7. 按照权利要求1或5所述的方法,其特征在于加氢脱金属过程使用的加氢脱金属催化剂活性金属氧化物重量含量为 $5\% \sim 15\%$,催化剂形状为微球形,微球形直径为 $0.2 \sim 0.8\text{mm}$,催化剂孔容为 $0.5 \sim 1.2\text{ml/g}$,催化剂比表面积为 $70 \sim 160\text{m}^2/\text{g}$ 。

8. 按照权利要求1或6所述的方法,其特征在于加氢精制过程使用的加氢精制催化剂活性金属氧化物重量含量为 $15\% \sim 35\%$,催化剂形状为微球形、条形或柱形,微球形颗粒直径或条形或柱形颗粒平均当量直径为 $0.4 \sim 1.2\text{mm}$,催化剂孔容为 $0.3 \sim 0.6\text{ml/g}$,催化剂比表面积为 $120 \sim 300\text{m}^2/\text{g}$ 。

9. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于沸腾床加氢精制催化剂颗粒直径大于沸腾床加氢脱金属催化剂直径。

10. 按照权利要求9所述的方法,其特征在于沸腾床加氢精制催化剂颗粒直径大于沸腾床加氢脱金属催化剂直径 $0.1 \sim 0.5\text{mm}$ 。

一种废润滑油的回收利用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及了一种废润滑油的回收利用方法。

背景技术

[0002] 废润滑油主要是指润滑油在使用过程中,由于高温及空气的氧化作用,逐渐老化变质,再加上摩擦部件上摩擦下来的金属粉末、呼吸作用及其他原因进入油中的水分、从环境中侵入的杂质等等对其物化性质的改变。

[0003] 废润滑油可以用于生产其它产品,如进行裂化生产轻质的柴油和汽油产品,也可以处理后回收作为润滑油基础油。将废润滑油通过适当的工艺处理,除去废油中变质污物和杂质,生成质量符合要求的基础油,经进一步生产以及调配各种添加剂后,就可以得到质量优良的成品润滑油。该回线无论从技术、环境保护、资源利用以及经济的角度来看,都是适宜的选择。

[0004] 目前废润滑油回收工艺主要有酸-白土精制工艺、蒸馏-溶剂精制-白土精制工艺、蒸馏-溶剂精制-加氢精制工艺、脱金属-固定床加氢精制工艺和蒸馏-加氢精制工艺等。US3930988 将用过的机油与硫酸铵或硫酸氢胺的水溶液接触反应,使机油中存在的金属化合物生成可分离固体,然后用吸附剂进一步处理分离后的机油,再经加氢处理生成可作为燃料或润滑油原料。US4431523 采用回炼含有燃料油馏分的废润滑油工艺,通过在加氢处理之前把燃料油馏分与润滑油脱金属工艺进行组合,从而得到改质的燃料油馏分。这两种工艺有一定的相似性,均将主要杂质之一的金属进行了脱出与分离,对脱金属后的油进行了加氢,但主要缺点都是产生了大量的固体废弃物和大量酸性物质,难以去除利用,且消耗了成本较高的无机试剂,基础油收率较低。

[0005] CN1086252A 将废油先用碱性试剂进行预处理,然后经第一预闪蒸处理以除去水和大部分挥发馏分,然后进行分馏处理和提纯处理以除去高聚物和贵金属,在单个的填充塔中进行处理,以获得一种或多种再精炼油馏分,借助于旋风分离器,从塔底分出高聚物以及重金属,然后将再精炼油进行脱色处理,用作生产润滑油的基础油。此工艺可以很好的将杂质与润滑油馏分进行分离,但在预处理与脱色方面,不但效果差,效率低,而且产生大量化学污染物,难以处理,消耗极大。

[0006] CN1108299A 主要是利用了废润滑油中的添加剂含有二硫代磷酸锌,它在 204-538℃ 停留 10-120 分钟进行热分解,将生成的油进行真空蒸馏,无锌的蒸馏油用作船舶柴油机燃料,回收的含金属的底产物为 25v%,可用作沥青补充剂。针对于添加有硫磷型抗氧剂的废润滑油来说,此法简单易行,但对于其它抗氧剂以及其它添加剂的废润滑油并不适宜,难以做到广泛的适用性与普遍性。

[0007] CN1539936A 包括净化、烷烃类溶剂萃取和分馏,再分离出烷烃类溶剂和润滑油组分。但在金属、硫、氮等等杂质的脱出上效果较差,操作条件苛刻,并且在萃取时浪费大量烷烃类溶剂。

[0008] 现有的废润滑油回收技术都没有彻底地解决废润滑油中金属等等杂质的脱除,都

没有提出理想的环境友好的回收技术,都没有很好地提高润滑油基础油的收率。

发明内容

[0009] 针对现有技术的不足,本发明提供一种废润滑油的回收利用方法,本发明方法经过脱除杂质、提高基本性能后从废润滑油中得到最大收率的润滑油基础油,并且成本较低、对环境友好等特点。

[0010] 本发明的废润滑油的回收利用方法过程为:(1)将废润滑油进入过滤器进行过滤,(2)经过滤后进入电脱水脱金属罐内,(3)经过脱水脱金属后,进入沸腾床反应器内,进行加氢脱金属反应,(4)经过沸腾床反应器内加氢脱金属后,进行沸腾床加氢精制处理反应,(5)蒸馏回收润滑油基础油。

[0011] 步骤(1)中所述的将废润滑油进入过滤器进行过滤,过滤温度 $50 \sim 200^{\circ}\text{C}$,最好是 $80 \sim 120^{\circ}\text{C}$,选择400-800目的过滤筛网,最好是600-800目。

[0012] 步骤(2)中所述的废润滑油经过滤后进入电脱水脱金属罐内,加入 $5 \sim 50 \mu\text{g/g}$ 的破乳剂(可以选择常规的破乳剂,如醚类、酰胺类、胺类或酯类破乳剂的一种或几种复配),最好加入 $10 \sim 20 \mu\text{g/g}$,混合均匀后进行电脱水脱金属处理,电场强度为 $400 \sim 1500\text{V/cm}$,最好是 $500 \sim 1000\text{V/cm}$;电脱水脱金属罐最好采用两级串联方式。

[0013] 步骤(3)中所述的经电脱水脱金属后,废油与 H_2 混合后进入装有脱金属催化剂的沸腾床反应器内,进行加氢脱金属反应,反应温度 $300 \sim 360^{\circ}\text{C}$,最好是 $320 \sim 350^{\circ}\text{C}$,反应压力 $5 \sim 15\text{MPa}$,最好是 $8 \sim 12\text{MPa}$,体积空速 $0.2 \sim 2.0\text{h}^{-1}$,最好是 $0.5 \sim 1.0\text{h}^{-1}$,氢油比 $500 \sim 1200$,最好是 $600 \sim 800$ 。

[0014] 步骤(4)中所述经加氢脱金属反应后的物料进入装有加氢精制剂的沸腾床反应器内,进行加氢精制反应,除去硫、氮等杂质,并提高物化性质,反应温度 $250 \sim 350^{\circ}\text{C}$,最好是 $270 \sim 320^{\circ}\text{C}$,反应压力 $5 \sim 10\text{MPa}$,最好是 $6 \sim 8\text{MPa}$,体积空速 $0.5 \sim 2.0\text{h}^{-1}$,最好是 $1.0 \sim 1.5\text{h}^{-1}$,氢油比 $500 \sim 1200$,最好是 $800 \sim 1000$ 。

[0015] 步骤(5)中所述经加氢精制反应后,进入蒸馏塔进行蒸馏,氢气回到反应器,可以循环使用,并蒸馏出质量合格的润滑油基础油。

[0016] 本发明的优点是:

[0017] 1、本发明将过滤、电脱水脱金属、沸腾床加氢脱金属、沸腾床加氢精制等工艺进行了有机结合,不但能将其中大部分的杂质如硫、氮、金属等有效脱除,并且改善了一些如色度、氧化安定性、中和值等性质,同时提高了润滑油基础油的收率,有效地回收了废润滑油中的基础油组分,很好的平衡了环境保护、资源利用及经济成本的关系。

[0018] 2、本发明方法中,每种工艺之间配合良好,获得了综合的协调配合效果。例如,过滤步骤可将机械杂质等分离干净,同时可以滤出较多的金属细屑,减轻了下面沸腾床加氢脱金属工艺的操作负荷;沸腾床加氢脱金属工艺中,同时兼有一定的加氢精制的作用,增加了加氢精制效果。采用两种主要功能不同的沸腾床加氢反应器串联,同时优化两个沸腾床反应器的操作条件,使脱金属效果和加氢精制效果获得了优化。两个串联的沸腾床工艺具有运转周期长、温度均匀、催化剂利用率高、催化剂可在线置换等优点。

[0019] 3、本发明方法工艺操作简单灵活,可以根据处理不同类型的废润滑油来进行调整变化,也相应降低了操作的苛刻度,尤其是沸腾床工艺延长了装置的运转周期和催化剂的

使用寿命,同时也提高了对废润滑油的处理能力和装置的收率,实现对废润滑油的充分利用。

附图说明

[0020] 图1为本发明的废润滑油回收工艺流程示意图。

[0021] 1为原料罐,2为原料泵,3为过滤器,4为破乳剂添加管线,5、6为电脱水脱金属罐,7、8为放出污水,9为H₂管线,10为沸腾床脱金属反应器,11为沸腾床加氢精制反应器,12为出油管线,13为蒸馏塔,14为循环氢管线,15为润滑油基础油出口。

具体实施方式

[0022] 本发明方法适用于废齿轮油、废船用机油、废液压油、废变压器油、废气缸油等一切废润滑油的回收处理利用。以下结合附图和具体的实施例对本发明做详细说明。

[0023] 如图1所示,废润滑油从储罐1中经泵2进入过滤器3进行过滤,过滤温度50~200℃,最好是80~120℃,选择400-800目的过滤筛网,最好是600-800目;通过管线4向过滤后的废润滑油加入5~50μg/g的破乳剂(可以是醚类、酰胺类、胺类和酯类的一种或几种复配),最好加入10~20μg/g,混合均匀后进入两个串联的电脱水脱金属罐5和6,罐内电场强度为400~1500V/cm,最好是500~1000V/cm,从7和8放出脱后含金属的污水;经电脱水脱金属后的废油与从管线9而来的H₂混合后进入装有脱金属催化剂的沸腾床加氢脱金属反应器10内,进行加氢脱金属反应,反应温度300~360℃,最好是320~350℃,反应压力5~15MPa,最好是8~12MPa,体积空速0.2~2.0h⁻¹,最好是0.5~1.0h⁻¹,氢油比500~1200,最好是600~800;然后再进入装有加氢精制剂的沸腾床反应器11内,进行加氢精制反应,反应温度250~350℃,最好是270~320℃,反应压力5~10MPa,最好是6~8MPa,体积空速0.5~2.0h⁻¹,最好是1.0~1.5h⁻¹,氢油比500~1200,最好是800~1000;然后由管线12进入蒸馏塔13进行蒸馏,氢气由管线14回到9进入反应器,可以循环使用,由抽出口15蒸馏出合格的润滑油基础油。上述反应条件为本领域的普通条件范围,具体可以根据废润滑油性质和产品质量要求由技术人员确定。

[0024] 沸腾床加氢脱金属催化剂和沸腾床加氢精制催化剂一般以氧化铝、氧化硅、氧化铝-氧化硅等多孔耐熔氧化物为载体,负载包括钼、钨、镍或钴等活性加氢金属组分,同时可以添加适宜的助剂,如硼、磷、锆、钛等。其中加氢脱金属催化剂活性金属重量含量一般为5%~15%(以金属氧化物计,下同),催化剂形状为微球形、条形、柱形或三叶草形等,球形直径或其它形状颗粒平均当量直径一般为0.2~0.8mm,催化剂孔容一般为0.5~1.2ml/g,催化剂比表面积一般为70~160m²/g。加氢精制催化剂活性金属重量含量一般为15%~35%,催化剂形状为微球形、条形、柱形或三叶草形等,球形颗粒直径或其它形状颗粒平均当量直径一般为0.4~1.2mm,催化剂孔容一般为0.3~0.6ml/g,催化剂比表面积一般为120~300m²/g。加氢精制催化剂直径优选大于加氢脱金属催化剂直径,优选大0.1~0.5mm。催化剂的制备方法可以由本领域技术人员按普通知识确定。平均当量直径为等表面积平均当量直径,即非球形颗粒与球形颗粒比表面积相同时球形颗粒的直径为非球形颗粒的平均当量直径。原因是所选当量直径必须准确表达催化剂的物理化学量,且因为化学反应所关心的是比表面积,而催化剂的装填量常常是以体积或质量来计算,比表面积是

联系两者的关键参数,故选择等比表面平均当量直径。不同的反应中选择不同平均当量直径的催化剂,有利于提高综合反应效果。加氢脱金属反应器使用粒径相对较小的催化剂,可以加强反应器内的沸腾状态,提高返混效果,使反应器温度更加均匀,提高催化剂的利用率。加氢精制反应器使用粒径相对较大的催化剂,可以提高单位体积反应器内的催化剂藏量,提高催化剂与反应物料的反应接触效果,提高精制深度和反应器利用率。

[0025] 下面结合实施例进一步说明本发明的具体实施过程和效果。其中百分含量为重量百分含量。

[0026] 实施例 1 ~ 2

[0027] 选取一种使用后的废齿轮油,经长时间的使用,磨损、腐蚀和氧化等,使得主要的物化性质指标发生很大变化,严重影响了润滑油的使用,废润滑油原料性质如下表 1:

[0028] 表 1 废齿轮油原料基本性质表

[0029]

性质	废齿轮油
粘度 (40℃), mm ² /s	100.1
粘度 (100℃), mm ² /s	18.6
外观	浑浊
色度, 号	> 8.0
闪点 (开), °C	232
倾点, °C	-30

[0030]

中和值, mgKOH/g	0
CCR, %	1.16
密度, kg/m ³	889.6
S, %	0.32
N, μg/g	1030
灰分, %	0.688
机械杂质, %	0.150
氧化安定性 (旋转氧弹法, 150℃), min	135
水分, %	3.1
Cu, μg/g	8.316
Pb, μg/g	6.224
Ca, μg/g	1251
K, μg/g	1.883
Mo, μg/g	9.436
Mg, μg/g	61.03
Mn, μg/g	29.31
Zn, μg/g	596.6
Fe, μg/g	48.31
Na, μg/g	51.66
Al, μg/g	6.631

[0031] 从表中性质可以看出,此废齿轮油粘度、色度、S、N、CCR 偏高,水分及氧化安定性等特别高,由此说明这种齿轮油的氧化程度很深;从机械杂质、金属方面来看, Ca、Zn、Mg、Na、Fe、Mn 相当高, Mo、Cu、Pb 也较高,说明在使用过程中与机械部位的磨损腐蚀也很严重,并且

调配加入的添加剂也已腐蚀变质,给回收利用带来相当大的难度。

[0032] 如图 1 所示,这种废齿轮油从储罐 1 中经泵 2 进入过滤器 3 进行过滤,过滤温度为 90 ~ 110℃;通过管线 4 向过滤后的废齿轮油加入 10 ~ 20 $\mu\text{g/g}$ 的破乳剂聚氧乙烯烷基酰胺,混合均匀后进入两个串联的电脱水脱金属罐 5 和 6,罐内电场强度为 800 ~ 900V/cm,从 7 和 8 放出脱后含金属的污水;按照此处理工艺得到的回收齿轮油的性质如表 2。

[0033] 表 2 过滤电脱水后回收齿轮油原料基本性质表

[0034]

性质	回收齿轮油
密度, kg/m^3	875.5
S, %	0.26
N, $\mu\text{g/g}$	977
灰分, %	0.03
机械杂质, %	无
水分, %	痕迹
Cu, $\mu\text{g/g}$	0.163
Pb, $\mu\text{g/g}$	0.441
Ca, $\mu\text{g/g}$	27.11
K, $\mu\text{g/g}$	0.117
Mo, $\mu\text{g/g}$	0.731
Mg, $\mu\text{g/g}$	11.40
Mn, $\mu\text{g/g}$	4.05
Zn, $\mu\text{g/g}$	13.58
Fe, $\mu\text{g/g}$	3.66
Na, $\mu\text{g/g}$	4.09
Al, $\mu\text{g/g}$	1.11

[0035] 可以看出,经过过滤以及电脱水脱盐后得到的油品对比废齿轮油原料在各金属含量、在水分、灰分和机械杂质上均有较大程度的脱除,在 S、N 杂质上也有一定的脱除。

[0036] 实施例 3 ~ 5

[0037] 如图,将经过过滤、电脱水脱盐后得到的油品与从管线 9 而来的 H_2 混合后进入装有脱金属催化剂的沸腾床反应器 10 内,进行加氢脱金属反应,反应温度 320 ~ 350℃,反应压力 8 ~ 12MPa,体积空速 0.5 ~ 1.0 h^{-1} ;然后再进入装有加氢精制剂的沸腾床反应器 11 内,进行加氢精制反应,反应温度 270 ~ 320℃,反应压力 6 ~ 8MPa,体积空速 1.0 ~ 1.5 h^{-1} ;然后由管线 12 进入蒸馏塔 13 进行蒸馏,氢气由管线 14 回到 9 进入反应器,可以循环使用;由抽出口 15 蒸馏出合格的润滑油基础油。沸腾床反应器 10 中使用的加氢脱金属催化剂含 MoO_3 (重量)8%,含 NiO (重量)2%,催化剂为直径 0.3mm 的微球,孔容为 0.8 ml/g ,比表面积为 110 m^2/g 。沸腾床反应器 11 中使用的加氢精制催化剂含 MoO_3 (重量)20%,含 CoO (重量)4%,催化剂为直径 0.6mm 微球,孔容为 0.4 ml/g ,比表面积为 190 m^2/g 。

[0038] 具体工艺条件及得到油品结果见表 3。

[0039] 表 3 具体工艺条件及油品结果表

[0040]

		条件1	条件2	条件3
沸腾床 反应器 10	温度, °C	320	330	340
	压力, MPa	10	10	10
	空速, h ⁻¹	1.0	0.8	0.5
	氢油比	700	700	700
沸腾床 反应器 11	温度, °C	280	290	300
	压力, MPa	8	8	8
	空速, h ⁻¹	1.5	1.2	1.0
	氢油比	1000	1000	1000

[0041]

回收润滑油基 础油性质	基础油收率, 重量%	93.4	93.5	93.7
	粘度(40℃), mm ² /s	81	78	77
	粘度(100℃), mm ² /s	9.6	9.5	9.5
	色度, 号	3.0	3.0	2.5
	闪点(开), °C	231	232	232
	CCR, %	0.07	0.07	0.06
	密度, kg/m ³	871.3	871.3	870.8
	S, µg/g	97	94	88
	N, µg/g	103	100	99
	氧化安定性(旋转氧 弹法, 150℃), min	195	197	204
	Cu, µg/g	0.006	0.006	0.006
	Pb, µg/g	0.003	0.004	0.003
	Ca, µg/g	0.071	0.035	0.031
	K, µg/g	0.013	0.015	0.013
	Mo, µg/g	0.083	0.087	0.080
	Mg, µg/g	0.115	0.121	0.120
	Mn, µg/g	0.111	0.113	0.117
	Zn, µg/g	0.101	0.103	0.097
	Fe, µg/g	0.131	0.120	0.117
	Na, µg/g	0.106	0.101	0.091
Al, µg/g	0.088	0.084	0.081	

[0042] 从表 3 中可以看出, 在经过沸腾床加氢脱金属、加氢精制后的润滑油基础油的基本性质较好, 金属杂质全部脱除, S、N 杂质也基本脱除, 色度、氧化安定性等重要指标也已合格。

[0043] 实施例 6 ~ 7

[0044] 将基本性质如表 1 的废齿轮油在本发明的组合工艺上进行处理。

[0045] 废齿轮油从储罐 1 中经泵 2 进入过滤器 3 进行过滤, 过滤温度 120℃, 选择 800 目的过滤筛网; 过滤后, 通过管线 4 加入聚氧乙烯烷基胺与聚氧乙烯脂肪酸酯复配的破乳剂, 加

入量为 $20 \mu\text{g/g}$, 混合均匀后进入两个串联的电脱水脱金属罐 5 和 6, 罐内电场强度 1000V/cm , 从 7 和 8 放出脱后含金属的污水; 经电脱水脱金属后的废油与从管线 9 而来的 H_2 混合后进入装有脱金属催化剂的沸腾床反应器 10 内, 进行加氢脱金属反应; 然后再进入装有加氢精制剂的沸腾床反应器 11 内, 进行加氢精制反应; 然后由管线 12 进入蒸馏塔 13 进行蒸馏, 氢气由管线 14 回到 9 进入反应器, 可以循环使用, 由抽出口 15 蒸馏出合格的基础油。沸腾床反应器 10 使用的加氢脱金属催化剂含 MoO_3 (重量) 10%, 含 NiO (重量) 2%, 催化剂为直径 0.5mm 微球, 催化剂孔容为 0.75ml/g , 催化剂比表面积为 $105\text{m}^2/\text{g}$ 。沸腾床反应器 11 使用的加氢精制催化剂含 MoO_3 (重量) 23%, 含 CoO (重量) 5%, 催化剂为直径 0.7mm 微球, 催化剂孔容为 0.35ml/g , 催化剂比表面积为 $180\text{m}^2/\text{g}$ 。按照此组合工艺处理废齿轮油的工艺操作条件和产品基本性质以及对应相应标准如表 4。

[0046] 表 4 工艺条件和产品基本性质及对应基础油标准

[0047]

实施例	工艺条件及性质	6	7	
沸腾床 反应器 10	温度, $^{\circ}\text{C}$	320	330	基础 油 HVI400 标 准
	压力, MPa	10	10	
	空速, h^{-1}	1.0	0.8	
	氢油比	700	700	
	温度, $^{\circ}\text{C}$	280	290	

[0048]

	压力, MPa	8	8	
	空速, h ⁻¹	1.5	1.2	
	氢油比	1000	1000	
回收后 润滑油 基础油 性质	基础油收率, 重量%	93.4	93.5	
	粘度(40℃), mm ² /s	81	78	74~82
	粘度(100℃), mm ² /s	9.6	9.5	报告
	外观	透明	透明	透明
	色度, 号	3.0	3.0	≧3.5
	粘度指数	113	117	≦95
	闪点(开口), °C	231	232	≦225
	倾点, °C	-33	-33	≧-5
	中和值, mgKOH/g	0.032	0.027	≧0.03
	残炭, %	0.07	0.07	≧0.10
	密度, kg/m ³	857.4	855.6	报告
	苯胺点, °C	91.3	91.7	报告
	硫, µg/g	89	83	报告
	氮, µg/g	47	41	报告
	碱性氮, %	痕迹	痕迹	报告
氧化安定性(旋转氧弹法, 150℃), min	195	197	≦180	

[0049] 从表 4 中可以看出, 所选废齿轮油经过有效过滤, 电脱水脱金属后再进入沸腾床加氢脱金属以及沸腾床加氢精制后, 得到了达到了润滑油基础油 HV1400 的标准, 色度、中和值、残炭、硫、氮、氧化安定性等不合格的指标均已达到标准要求, 所得到的润滑油基础油收率均在 93% 以上, 所选组合工艺的操作条件以及过程简便易行, 也进一步验证了此回收组合工艺的正确性与可行性。

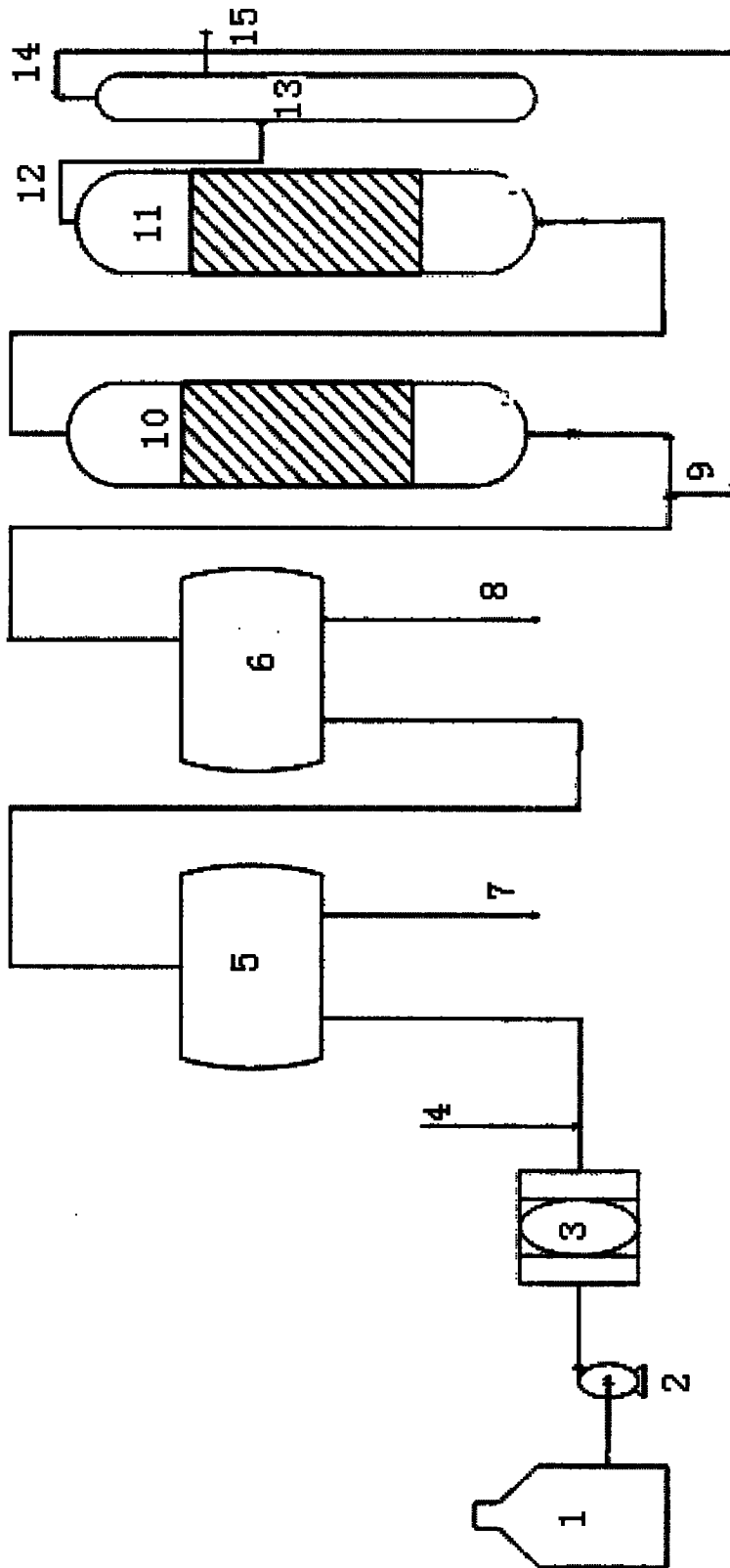


图1