

浸出器负压强制沥干装置分析

高建银, 张志强, 李 萌, 赵向军

(济宁市机械设计研究院有限公司, 山东 济宁 272000)

摘要:浸出器是浸出制油的重要设备,提高浸出器的性能不但能降低粕中残油,而且能够减轻后续高温脱溶或低温脱溶的负荷,进而节省蒸汽消耗。浸出器负压强制沥干装置是用不同的方式使沥干封闭油斗为负压,强制沥干湿粕物料中的低浓度混合油,达到湿粕含溶量进一步降低的目的。为了降低湿粕含溶量,提高企业经济效益,分别介绍了用液环真空泵、蒸汽真空泵、负压风机抽取浸出器沥干段负压装置的工艺,特点和适用范围,同时也阐述了不同类型的常用浸出器强制沥干封闭油斗的方式,最后对沥干效果和经济效益进行综合分析。通过浸出器负压强制沥干装置可以有效降低湿粕含溶量,在高温蒸脱时节省蒸汽消耗量进而为企业带来一定的经济效益。

关键词:浸出器;沥干封闭油斗;液环真空泵;蒸汽真空泵;负压风机;沥干负压

中图分类号:TS223.4;TQ643+.19 **文献标识码:**B **文章编号:**1003-7969(2024)05-0144-05

Analysis of negative pressure forced leaching device for extractor

GAO Jianyin, ZHANG Zhiqiang, LI Meng, ZHAO Xiangjun

(Jining Machinery Design and Research Institute Co., Ltd., Jining 272000, Shandong, China)

Abstract: Extractor is an important equipment for oil leaching, improving the performance of the extractor not only reduces the residual oil in the meal, but also reduces the load of subsequent high-temperature desolventizing or low-temperature desolventizing, which saves steam consumption. Extractor negative pressure forced leaching device provides negative pressure to the leaching closed oil hopper using a different way to forcibly leach the low concentration miscella in wet meal materials, and achieve further reduction of solvent content in wet meal. In order to reduce the solvent content in wet meal and improve the economic efficiency of enterprise, the process, characteristics and scope of application of the negative pressure device of the extractor leaching section with liquid ring vacuum pump, steam vacuum pump and negative pressure fan were introduced respectively, and the forced negative pressure leaching closed oil hopper of different types of commonly used extractors were also described. Finally, a comprehensive analysis of the leaching effect and economic benefits were carried out. Through the negative pressure forced leaching device of extractor can effectively reduce the solvent content in wet meal, and save steam consumption in the high-temperature desolventizing and thus bring certain economic benefits for the enterprise.

Key words: extractor; leaching closed oil hopper; liquid ring vacuum pump; steam vacuum pump; negative pressure fan; leaching negative pressure

收稿日期:2023-05-26;修回日期:2023-12-01

基金项目:山东省重点研发计划(重大科技创新工程)项目(2021CXGC010808)

作者简介:高建银(1966),男,高级工程师,主要从事粮油工程设计、安装及调试工作(E-mail) sxsdag@126.com。

通信作者:张志强,高级工程师(E-mail) sdhhjt-zzqi@sina.com。

油脂浸出主要是由浸出器实现,浸出器性能的好坏直接关系到浸出生产的各项技术指标^[1]。油脂浸出过程是借助分子扩散和对流扩散2种方式来实现的,浸出提油就是尽可能降低扩散过程中的总扩散阻力,提高混合油浓度^[2]。现有的各种连续式浸出器均采用逆流原理在一个设备内进行连续浸出^[3]。浸出器内的物料经过混合油逆流喷淋浸泡

后,在出料前再经过 55 ~ 60 °C 的新鲜溶剂进行喷淋、冲洗,形成的大量低浓度混合油会在几分钟内渗透通过料层,而残留在物料表面及浅表面的低浓度混合油需要较长时间通过料层和筛板进行自然沥干后进入下方的混合油斗(也叫沥干油斗);自然沥干后的湿粕从浸出器出口排出,通过埋刮板输送机被送入高温脱溶蒸脱机或低温脱溶装置。

湿粕含容量的高低是蒸脱机耗用蒸汽的关键参数,理论与实践都已证明,湿粕中所含溶剂愈多,汽提脱溶的蒸汽消耗愈大,凝结在粕中的水分愈多,蒸汽用量也愈大^[4]。有研究表明,浸出车间主要消耗蒸汽的设备是 DT 蒸脱机^[5];湿粕脱溶工段的直接蒸汽占整个浸出车间蒸汽消耗的一半左右,当湿粕含容量从 35% 降低到 30% 时,脱溶直接蒸汽消耗量可降低 26%^[6],而含容量从 30% 降低到 26% 时,可降低 25% 的直接蒸汽消耗量^[7],所以降低浸出器出料湿粕的含容量,对于节能降耗,提高经济效益有着非常重要的意义。虽然自然沥干能在一定程度上降低湿粕的含容量,但所需时间较长、沥干效果差,因此采用浸出器负压强制沥干装置,能更有效地降低湿粕含容量,提高浸出效率。本文分别介绍了液环真空泵、蒸汽真空泵、负压风机抽取浸出器沥干段负压装置的工艺,特点和适用范围,以期在浸出车间工艺确定、技术改造和生产操作中有一定的借鉴意义,并供同行参考和继续探讨。

1 浸出器负压强制沥干装置

1.1 液环真空泵抽取浸出器沥干段负压

1.1.1 工艺流程

液环真空泵抽取浸出器沥干段负压工艺流程如下:浸出器沥干段封闭油斗→沥干冷凝器→液环真空泵→平衡冷凝器→尾气吸收系统。

1.1.2 装置设置及工作过程

装置设置:将浸出器沥干段筛板下的油斗进行封闭形成沥干封闭油斗,在沥干封闭油斗的一侧设置负压抽气嘴,其管口通过管道接入沥干冷凝器,沥干冷凝器自由气体出口通过管道接入液环真空泵进气口,液环真空泵出口管道连接到平衡冷凝器自由气体进口,平衡冷凝器的尾气出口连接到尾气吸收系统。此形式的浸出器负压强制沥干装置,除对浸出器沥干段油斗进行封闭外,还增加了沥干冷凝器和液环真空泵。

工作过程:当物料进入浸出器沥干段筛板时,负压抽气嘴抽出沥干封闭油斗中 56 ~ 60 °C 的溶剂气体后经沥干冷凝器进行冷凝,形成少量的自由气体通过液环真空泵抽送到浸出车间的平衡冷凝器;用

液环真空泵的进口开度控制浸出器封闭沥干油斗的负压,最后形成的较难冷凝的尾气被送到尾气吸收系统进行吸收、解吸;冷凝器形成的溶剂冷凝液进入溶剂分水组合柜再循环利用。从沥干封闭油斗抽出的溶剂气体首先进行冷凝,不但能大大减少液环真空泵的抽气量,进而可选择较小规格型号的液环真空泵,而且满足了液环真空泵抽气温度不高于 40 °C 的工况要求。

1.2 蒸汽真空泵抽取浸出器沥干段负压

1.2.1 工艺流程

蒸汽真空泵抽取浸出器沥干段负压工艺流程如下:浸出器沥干段封闭油斗→蒸汽真空泵→第一蒸发器壳层→蒸脱混合气体冷凝器。

1.2.2 装置设置及工作过程

装置设置:将浸出器沥干段筛板下的油斗进行封闭形成沥干封闭油斗,在沥干封闭油斗的一侧设置负压抽气嘴,蒸汽真空泵设置在第一蒸发器蒸脱混合气体(高温脱溶或低温脱溶)进口处,负压抽气嘴出口与蒸汽真空泵进气口相连接。

工作过程:蒸汽真空泵所用的蒸汽和抽出的溶剂气体随蒸脱混合气体被送入第一蒸发器的壳层与混合油进行换热,蒸发混合油;用提供给蒸汽真空泵的蒸汽压力控制浸出器封闭沥干油斗的负压。由于没有对沥干段抽出的溶剂气体进行冷凝,所以浸出器负压强制沥干蒸汽真空泵的抽气量要求较大,运行时消耗蒸汽相对较多;从沥干段抽出的溶剂气体(56 ~ 60 °C)与蒸汽真空泵的工作蒸汽形成的混合气体温度仅稍高于第一蒸发器混合油蒸发要求的温度,所以不会对第一蒸发器产生不利影响。此形式的浸出器负压强制沥干装置,除对浸出器沥干段油斗进行封闭外,仅增加了蒸汽真空泵。

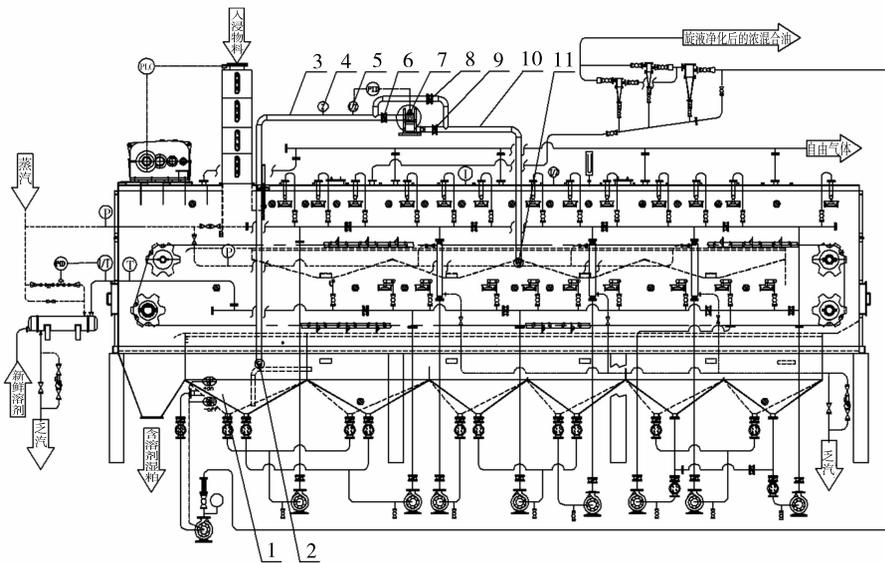
1.3 负压风机抽取浸出器沥干段负压

负压风机抽取浸出器沥干段负压装置示意图如图 1 所示。

如图 1 所示,负压风机抽取浸出器沥干段负压装置包括浸出器沥干封闭油斗、负压抽气嘴、负压抽气管、负压表、压力变送器、风机进口蝶阀、负压风机、旁路蝶阀、风机出口蝶阀、出气管、抽气进气管口。抽气进气管口设置于浸出器壳体上部,对于有两层物料的浸出器(如拖链刮板式浸出器)位于内部中间两个上层混合油收集板的交界处,负压风机设置于浸出器之外且高于抽气进气管口;负压抽气嘴通过负压抽气管连接风机进口蝶阀、负压风机、风机出口蝶阀,通过出气管连接到抽气进气管口,旁路蝶阀设置于连接在风机进口蝶阀之前和风机出口蝶

阀之后的旁路管道上,负压表和压力变送器设置在负压风机进气负压抽气管上,即负压风机的进口连接到要求负压为 $-2\ 000\sim-5\ 000\text{ Pa}$ 的沥干封闭油斗内,出口接入能够使抽出的溶剂气体方便换热、冷凝,工作微负压为 $-50\sim-500\text{ Pa}$ 的浸出器壳体

上部。压力变送器连锁到负压风机的调频电机上,根据负压值的实际大小和设定值及时调整负压风机的转速,确保沥干段强制沥干效果。此形式的浸出器负压强制沥干装置,除对浸出器沥干段油斗进行封闭外,仅增加了负压风机。



注:1. 沥干封闭油斗;2. 负压抽气嘴;3. 负压抽气管;4. 负压表;5. 压力变送器;6. 风机进口蝶阀;7. 负压风机;
8. 旁路蝶阀;9. 风机出口蝶阀;10. 出气管;11. 抽气进气管口

图1 负压风机抽取浸出器沥干段负压装置示意图

2 浸出器负压强制沥干封闭油斗方式

目前我国所用的浸出器主要有平转式浸出器、箱链式浸出器、环型浸出器、拖链刮板式浸出器等。平转式浸出器和箱链式浸出器的筛板宽度都宽于料层宽度,所以沥干封闭油斗不能采用常规的方式进行,必须在沥干筛板下靠近出料端处设置镶套式封闭油斗;环型浸出器和拖链刮板式浸出器物料宽度与筛板宽度相等,且均紧贴在浸出的侧板上,所以沥干油斗可在沥干筛板下进行直接封闭(直接式封闭油斗),故封闭油斗方式有镶套式与直接式之分。

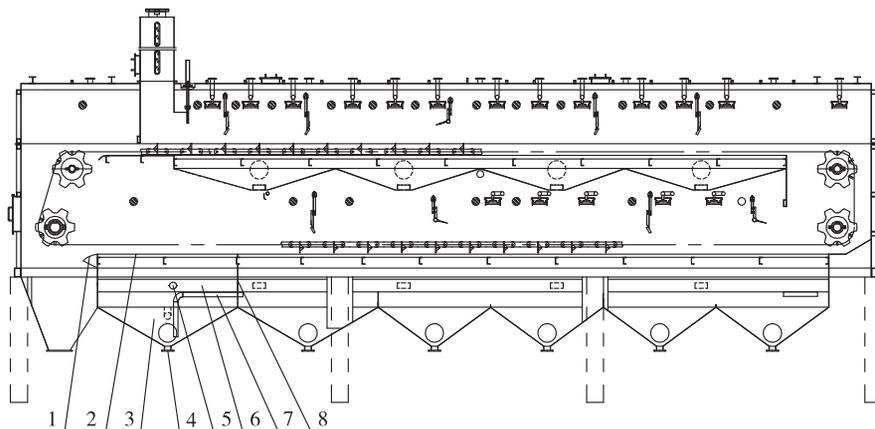
2.1 镶套式

镶套式封闭油斗位于沥干油斗靠近浸出器出料端,其上平面与沥干筛板平齐,且周边外保持有不小于 300 mm 的物料覆盖面,目的是用物料密封其封闭沥干油斗内的负压,镶套式封闭油斗的下部固定在沥干油斗的底面,且在最低处留有混合油流动通道,负压抽气嘴穿过沥干油斗、镶套式封闭油斗的侧壁,设置在上部且接口在外,镶套式封闭油斗的下部用混合油液位封闭,所以在生产中沥干油斗的混合油尽量保持一部分溢流的方式进入下一个较高浓度的混合油斗中。

2.2 直接式

直接式封闭油斗位于新鲜溶剂洗涤脱脂入浸物料渗透形成的低浓度混合油收集油斗之后且紧靠浸出器出料端,浸出器出料前端设置出料延迟弧形板且其水平投影不能小于 300 mm ,目的是封闭排料处沥干筛板下的沥干密封油斗内的负压。现以拖链刮板式浸出为例进一步说明,其负压强制沥干直接式封闭油斗主视图和侧视图分别见图2、图3。

由图2、图3可知,沥干直接式封闭油斗装置包括沥干筛板、出料延迟弧形板、下油斗混合油收集板、油斗封闭板、沥干油斗、负压抽气嘴、混合油导流管、油斗出油口。出料延迟弧形板设置于沥干筛板的出料前端即浸出器出料前端,沥干直接式封闭油斗通过下油斗混合油收集板和油斗封闭板设置于沥干筛板下面的前半部分,负压抽气嘴穿过油斗垂直前侧板设置于沥干直接式封闭油斗内的上部且接口在外,混合油导流管穿过油斗封闭板设置于沥干直接式封闭油斗内且下弯延伸到油斗底部附近,低浓度的混合油用液封的混合油导流管溢流到混合油浓度较高的下一个混合油斗中和底部分流再循环喷淋的方式进行低浓度混合油的循环利用。



注:1. 出料延迟弧形板;2. 沥干筛板;3. 沥干油斗;4. 油斗出油口;5. 负压抽气嘴;
6. 下油斗混合油收集板;7. 混合油导流管;8. 油斗封闭板。下同

图2 浸出器负压强制沥干直接式封闭油斗主视图

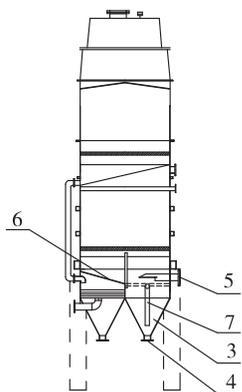


图3 浸出器负压强制沥干直接式封闭油斗侧视图

3 不同形式浸出器负压强制沥干装置的特点

3.1 液环真空泵抽取浸出器沥干段负压装置

液环真空泵抽取浸出器沥干段负压的强制沥干装置,除对浸出器沥干段油斗进行封闭外,增加了沥干冷凝器和液环真空泵,可形成强制沥干要求的工作负压,运行稳定且负压调整方便。此种形式的强制沥干装置增加了冷凝器循环水用量和液环真空泵用电量,但加工成本增加并不大。虽然浸出器各个再循环阶段的混合油管道安装了套管加热器,以补偿热损耗和保持混合油的温度在最适宜的范围(55~60℃)^[3],但用新鲜溶剂喷淋、洗涤物料时,加热后的新鲜溶剂是浸出器温度维持的主要作用者,且强制沥干封闭油斗紧靠新鲜溶剂喷淋、洗涤后的渗透油斗,所以负压抽走的不只是溶剂气体也带走了许多热量,进而影响了浸出器正常工作温度。若加大混合油套管加热器的蒸汽量,提高混合油循环的温度,会增加蒸汽用量,且混合油温度过高喷淋时溶剂汽化严重。所以,此种形式的强制沥干装置推广有所受限,仅可以用在入浸物料温度稍高的预榨饼浸出工艺中。

3.2 蒸汽真空泵抽取浸出器沥干段负压装置

蒸汽真空泵抽取浸出器沥干段负压的强制沥干

装置,除对浸出器沥干段油斗进行封闭外,仅增加了蒸汽真空泵,如果真空泵的蒸汽供给量与沥干负压进行闭环连锁,则可实现沥干负压自动控制。虽然设备投资较少,但增加了负压沥干时的蒸汽用量,生产成本增加相对较高,同时也影响浸出器正常工作温度的保持,所以此种形式的强制沥干装置降低综合加工成本幅度相对不大,仅可以用在中、小型浸出车间的入浸物料温度稍高和含油较低工艺中。

3.3 负压风机抽取浸出器沥干段负压装置

负压风机抽取浸出器沥干段负压装置,除对浸出器沥干段油斗进行封闭外,仅增加了负压风机,负压风机选用60℃正己烷溶剂气体风机,且为左旋或右旋0°风机,即负压风机的出口为底部水平出口,保证了机身不会滞留溶剂气体冷凝液,风机轴密封采用负压迷宫填料铝密封,机壳叶轮为不锈钢,运行时可达到要求的强制沥干负压。山东日照某4000 t/d大豆加工浸出车间浸出器沥干段配置的负压风机参数为流量1020 m³/h、全压10000 Pa、介质密度3 kg/m³、介质温度60℃、功率11 kW。某3000 t/d大豆加工浸出车间浸出器沥干段配置的负压风机参数为流量2100 m³/h、全压8200 Pa、介质密度3 kg/m³、介质温度60℃、功率7.5 kW。

若浸出器是单层物料的水平转浸出器,负压抽出的溶剂气体进入浸出器的上部,溶剂气体的热量不会被带出浸出器,溶剂气体冷凝后进入物料或混合油斗中;如果浸出器选用的是双层物料箱链式浸出器、环型浸出器或拖链刮板式浸出器时,负压抽出的溶剂气体进入下层筛板物料以上与上层筛板之下的上层混合油收集板之间的空间,抽出的溶剂气体向浸出器左右两边移动时释放的热量会被物料及混合油吸收,同时溶剂气体冷凝后形成的新鲜溶剂液滴

会进入下层物料进行油脂萃取。总之,负压风机抽取浸出器沥干段负压装置不会影响浸出器的工作温度和浸出器工作时的微负压,而且抽出的溶剂气体形成的冷凝液滴也可再利用浸出物料。

4 浸出器负压强制沥干经济效益分析

浸出器沥干段中的混合油浓度虽然较低(此时混合油大约含有99.7%的溶剂和0.3%的油),但混合油中存在少量的植物油。采取 $-2\ 000\sim-5\ 000\text{ Pa}$ 的负压强制沥干,湿粕中所含的混合油能降低2.5~5.5百分点,粕中的残油量也能降低0.007 5~0.015 0百分点,进而蒸脱机的直接蒸汽消耗能减少7.5~15 kg/t,进入物料中的直接蒸汽冷凝水能减少0.35~0.70百分点,蒸脱机烘干去水蒸气消耗能减少3.5~7.0 kg/t。所以每吨入浸物料节省蒸汽为11~22 kg(取中间值16.5 kg计算),每吨油料可额外产油0.068~0.084 kg(取中间值0.076 kg计算)。如果选用的是负压风机抽取浸出器沥干段负压装置,则强制沥干每吨油料的额外电力需求为0.03~0.06 kW·h(取中间值0.045 kW·h计算)。蒸汽价格按300元/t,工业用电价格按0.75元/(kW·h),大豆油价格按12元/kg,即每吨入浸物料增加的经济效益为: $16.5/1\ 000\times 300+0.076\times 12-0.045\times 0.75=5.828\ 25$ 元,以3 000 t/d浸出车间每年生产250 d计算,可增收 $5.828\ 25\times 3\ 000\times 250=4\ 371\ 187.5$ 元(约437万元)。低温脱溶用的是混合气体循环加热脱溶,也同样实现了节能创收的效果,可为企业带来更多的经济效益。

5 结束语

本文分别对3种形式的浸出器负压强制沥干装置进行详细介绍,阐述了不同类型的浸出器负压强制沥干油斗的封闭方式和注意要点,对3种不同形式的浸出器负压强制沥干装置的特点进行说明,并综合分析了采用浸出器负压强制沥干能够节省的蒸汽消耗量和带来的经济效益。在3种形式的浸出器负压强制沥干装置中,负压风机抽取浸出器沥干段负压,不仅无需沥干冷凝器,设备增加少,而且在抽取负压时不影响浸出器正常工作温度的保持,也不增加蒸汽消耗,能有效地保证浸出器强制沥干的效果,所以此种形式浸出器负压强制沥干装置更适于大力推广和企业采用。

参考文献:

- [1] 顾明辉. YZMY公司箱链式浸出器的创新设计[D]. 南京:南京理工大学,2011.
- [2] 李小阳,鲁志成. 浸出过程对混合油浓度及其粕末含量的影响分析[J]. 中国油脂,2004,29(2):21-23.
- [3] 朱大沛,石铁铮. 油脂制取工艺学[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1991:185-243.
- [4] 李少华,李树君,李子明,等. 油料浸出湿粕脱溶技术的发展[J]. 农业机械学报,2006,37(8):214-217.
- [5] 李凯,张力峰,孙占武,等. 大豆压榨企业降低蒸汽消耗的措施与实践[J]. 中国油脂,2021,46(6):146-148.
- [6] 万辉,张利军,赵勇,等. 浸出车间节能控制措施[J]. 粮食与食品工业,2015,22(1):33-35.
- [7] 左青,左晖. 大豆压榨厂节能增效措施实践[J]. 中国油脂,2020,45(9):122-127,133.

· 公益广告 ·



节能减排 提质增效
油脂加工 精准适度

《中国油脂》宣