

加氢反应装置增加催化剂强制循环系统的应用

原亚军

(山西兰花科技创业股份有限公司新材料分公司)

摘 要:国内己内酰胺化工厂普遍使用淤浆床类加氢反应装置的生产工艺,该工艺在具体应用过程中会出现悬液分离器堵塞、催化剂流失严重、成品指标不稳定、催化剂板框过滤器运行周期短等问题。因此,通过对工艺流程的技术改造、优化,从本质上彻底解决悬液分离器堵的塞问题,对行业发展具有重要意义。

关键词:催化剂强制循环系统;悬液分离器堵塞;催化剂流失;运行周期短;产品质量

1 引言

随着国内己内酰胺化工厂的建设增多,加氢工艺的开发推广应用,淤浆床类加氢反应装置弊端逐渐显现出来,因此从可靠性、实用性、连续性等方面优化系统流程,提高加氢反应系统的连续稳定性运行,提高催化剂使用效率已成为当务之急。

2 淤浆床类加氢反应装置工艺

2.1 工艺流程

淤浆床类加氢反应装置,即:含30%己内酰胺

的己内酰胺水溶液与新鲜雷尼镍催化剂混合后送至V-7520A/B加氢反应器中,氢气由V-7520A/B加氢反应器顶部加入,在温度90℃、压力0.7MPa的加氢反应器中进行反应;V-7520A/B加氢反应器出料(雷尼镍催化剂与己内酰胺水溶液混合物)进入V-7525悬液分离器中,经V-7525悬液分离器分离催化剂后,清液(含微量催化剂的己内酰胺水溶液)出料至S-7560A/B催化剂板框过滤机,过滤掉清液中夹带的微量催化剂后进入后工序;V-7525悬液分离器浊液出料(含大量催化剂的己内酰胺水溶液)进入V-7580循环催化剂罐,经泵送回V-7520A/B加氢反应器中,催化剂循环使用。流程简图如图1(红色流程为催化剂循环系统流程)。

2.2 存在的弊端

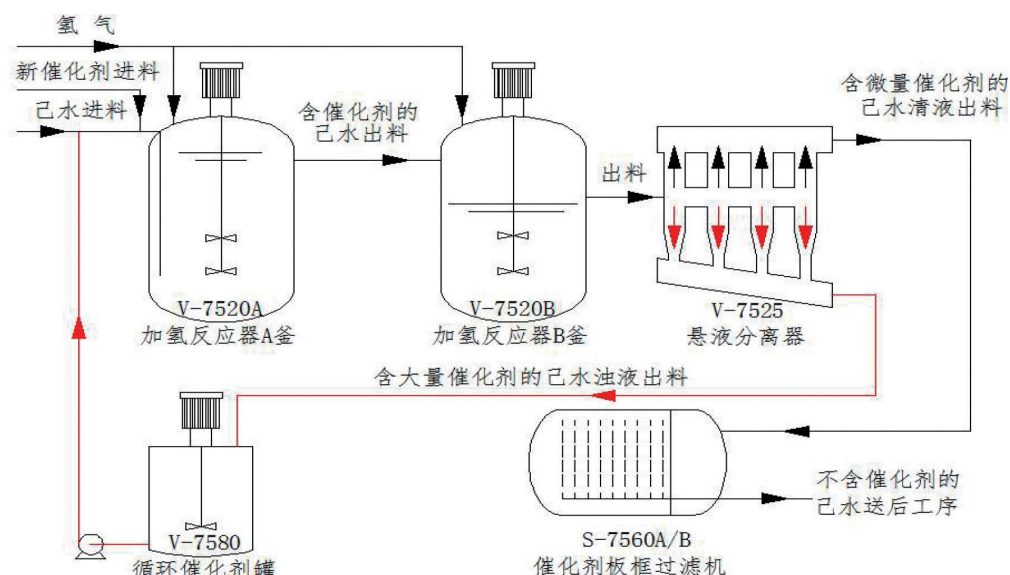


图1 淤江床类加氢反应系统流程简图

(1) 悬液分离器造成堵塞

因雷尼镍催化剂易沉积的物料特性,极易对V-7525悬液分离器造成堵塞。

(2) 雷尼镍催化剂流失严重

悬液分离器堵塞后,其清液出料中夹带催化剂会急剧增多,导致催化剂流失严重。

(3) 催化剂板框过滤机运行周期缩短、职工工作量增加且存在安全隐患

悬液分离器堵塞后,其清液出料中会夹带大量催化剂,导致催化剂板框过滤机压差上涨较快,当压差大于0.5MPa时,需将催化剂板框过滤机切出清洗,拆开催化剂板框过滤机封头,冲洗滤布上粘黏的催化剂,冲洗干净后回装备用(催化剂过滤器为两台,正常生产中一开一备);因雷尼镍催化剂易自燃的特性,每次冲洗催化剂板框过滤机时,需不断对其进行冲洗、降温,防止催化剂自燃引起火灾、爆炸等安全事故(附近有氢气管线及加氢反应釜),该操作存在一定的安全隐患。

(4) 己内酰胺成品指标中的PM值下降

悬液分离器堵塞后,大量催化剂从清液中流失,反应釜内催化剂浓度急剧下降,导致加氢反应变差,

己内酰胺成品指标中的PM值降低,成品指标不合格。

(5) 雷尼镍催化剂消耗增高

悬液分离器堵塞后,大量催化剂从清液中流失,反应釜内催化剂浓度急剧下降,导致加氢反应变差,己内酰胺成品指标中的PM值降低,成品指标不合格;为保证己内酰胺成品指标,需补加大量新雷尼镍催化剂,以保证己内酰胺成品指标达标。

(6) 废雷尼镍催化剂危废产生量增多

大量催化剂流失后,为保证己内酰胺成品指标PM值达标,需补加大量新雷尼镍催化剂。随着新雷尼镍催化剂使用量增加,废雷尼镍催化剂的产生量也随之增多,加大废雷尼镍催化剂危废处理量的同时,对环境也会造成一定污染。

3 加氢反应装置强制催化剂循环系统

3.1 工艺流程

在原加氢反应装置上进行改造,改造后加氢反应系统流程图如图2,新增催化剂强制循环系统(图2中蓝色线),由管线、球阀、小型分布器组成,其结

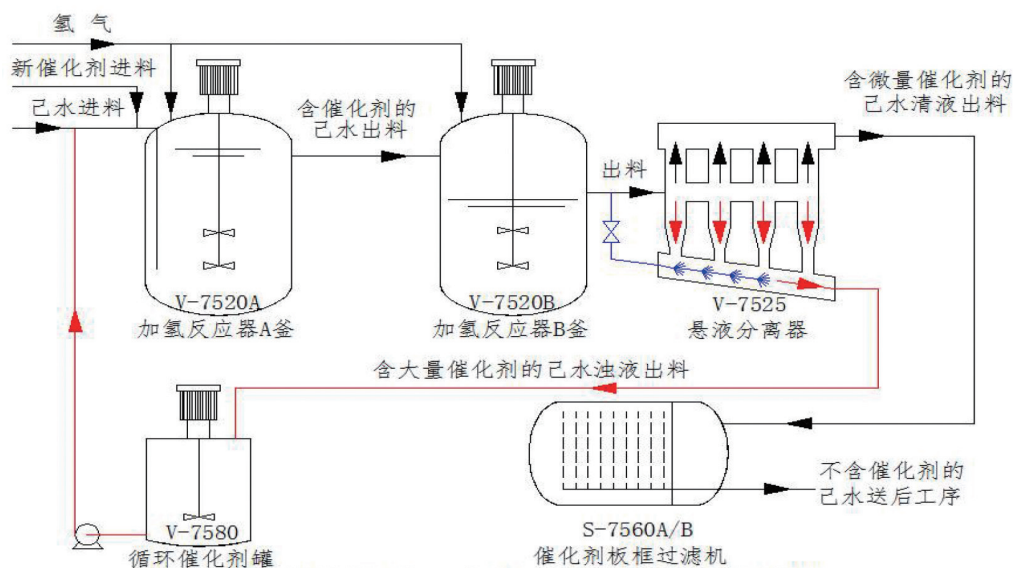


图2 发明改造后加氢反应系统流程图

构形式是在催化剂悬液分离器浊液侧盲法兰上开口,增加己内酰胺水溶液冲洗流程(该股冲洗溶液为加氢系统出料,不增加新进料,不增加系统负担),正常生产时,将催化剂强制循环系统阀门打开,冲洗流量靠阀门控制,压力为0.7MPa的己内酰胺水溶液经分布器对悬液分离器浊液侧进行连续冲洗,有效防止催化剂堵塞悬液分离器浊液侧,防止催化剂从清液中流失,大幅提高了加氢反应催化剂系统循环效率,提高了催化剂利用效率。

3.2 与淤浆床类加氢反应装置工艺相比较产生的效果

(1) 彻底解决悬液分离器堵塞问题

催化剂强制循环系统,可大幅提高了催化剂循环速率,增大催化剂悬液分离器的分离效率,从本质上彻底解决悬液分离器堵塞问题,从而达到加氢反应装置长周期、安全稳定运行的目的。

(2) 雷尼镍催化剂消耗减少92%,降低近12倍

催化剂强制循环系统投用后,提高了催化剂循环系统循环速率,减少了循环催化剂的流失,循环催化剂进入加氢反应器中不断重复使用,雷尼镍催化剂添加量由每天48kg减至4kg,催化剂消耗减少

90%,每天节省44kg催化剂,合计每年节省16.06t,每年为企业减少生产成本481.8万元(雷尼镍催化剂价格30万元/吨)。

(3) 解决了催化剂板框过滤机运行周期短的问题,使用周期提升近5倍

催化剂强制循环系统投用后,提高了悬液分离器的分离效率,催化剂板框过滤机进料中的催化剂大幅减少,切换冲洗周期由原来的10天延长至50天以上,大幅减少催化剂板框过滤机的冲洗次数(每次冲洗都需拆开过滤机直径1400mm的封头,对过滤机内部的滤布进行冲洗),延长滤布使用寿命(每冲洗一次滤布,滤布破损率升高),大大降低职工劳动强度的同时,又彻底消除了冲洗滤布时易着火爆炸的安全隐患(过滤机布置在加氢反应釜旁),每年为企业减少生产费用13万元(每次冲洗过滤机滤布更换5条计,每月减少冲洗次数2次,每条滤布1089元)。

(4) 提高了己内酰胺产品质量,解决了己内酰胺成品指标PM值不稳定的问题

改造前,催化剂流失严重,加氢反应器内催化剂浓度急剧下降,为保证己内酰胺成品(下转第50页)

业电费 0.5 元 /kWh 计算,每年可直接节省电费支出 540 万元;

5.2 附加效益

超滑陶瓷涂层的耐磨损、耐腐蚀特性,大幅提升了水泵叶轮、管道等关键部件的使用寿命,减少了备件更换成本及停机维护时间,间接提升了生产运营效率,进一步放大了改造的综合效益。

结束语

综上所述,循环水系统通过水轮机节能改造与超滑陶瓷涂层节能改造,在完全满足生产工艺要求的基础上,实现了运行稳定性与节能效益的双重提升。此次改造既践行了节能降耗的绿色发展理念,

又为企业创造了可观的经济价值,为同类工业系统的节能升级提供了切实可行的参考范例,具有良好的推广意义与应用前景。

参考文献:

[1]《石化企业循环水系统节能优化研究》:中国石油大学(北京)2024 年的学位论文,研究了石化企业循环水系统的节能优化。

[2]《化工企业循环水系统节水节能技术改造的实践研究》:发表于《化工设计通讯》2023 年第 8 期,介绍了化工企业循环水系统的节水节能改造实践。

[3]《工业循环冷却水系统水质提升实践》:载于《石油天然气学报》2020 年第 4 期,阐述了工业循环冷却水系统水质提升的方法与实践。

(上接第 46 页)

指标,加氢反应需加入大量新鲜催化剂,导致加氢反应器内催化剂浓度波动较大,造成己内酰胺成品指标中 PM 值波动较大(19000S-26000S 范围内波动);该系统投用后,解决了上述问题,己内酰胺成品指标 PM 值稳定控制在 29000S(己内酰胺优等品指标 PM 值 \geq 20000S)。

(5)解决了催化剂流失问题,延长后系统生产运行周期

当催化剂大量流失至后系统时,对己内酰胺高速纺指标中的水不溶物、杂质等指标会造成影响,此时需停车对流失至系统储罐内的催化剂进行彻底清理,保证己内酰胺达到高速纺指标(高速纺指标优于己内酰胺国标中优等品指标)。

(6)大幅减少废雷尼镍催化剂危废量的产生

随着雷尼镍催化剂使用量大幅减少,废雷尼镍催化剂的产生量也跟着也大幅减少,净化现场环境

的同时又减少了企业危废处理费用,使加氢反应系统运行更加安全可靠。

4 结论

催化剂强制循环系统在加氢反应装置的开发应用,不仅精准满足工艺基础要求,更实现三大核心突破:

(1)保障系统长周期稳定运行,提升生产连续性;

(2)大幅降低催化剂消耗,直接压缩原料成本;

(3)显著减少职工劳动量,优化作业效率与劳动环境。

该技术改造为企业创造年均近 500 万元直接经济效益,同时深度契合绿色低碳发展理念,实现了经济效益与社会效益的双重提升,应用价值显著。