

含油废水处理工艺优化研究

王蓉沙¹ 文善雄² 邓皓¹ 谢水祥¹

(1. 中国石油集团安全环保技术研究院; 2. 中国石油兰州化工研究中心)

摘要 在已开发的含油废水处理装置的基础上,对其整体结构、旋分分离部分进行改进,并筛选出性能优良的填料。将原处理装置的单向旋分器改进为双向旋分器、采用YS填料之后,对石油类浓度低于400 mg/L的含油废水,经该装置处理后,石油类的去除率达到90%以上;石油类浓度低于80 mg/L的含油废水,经该装置处理后,石油类的去除率达95%,石油类的浓度小于10 mg/L,达到国家《污水综合排放标准》(GB 8798-1996)二级标准的要求。改进后的装置对高、中、低不同浓度石油类的含油废水均有较好的处理效果。

关键词 含油废水 处理 工艺 优化 研究

0 引言

含油废水量大、面广且危害严重,其处理的难易程度取决于其来源、成分以及存在形式。含油废水中的油分通常以浮油、分散油、乳化油和溶解油等四种形式存在。处理含油废水的方法可归纳为四大类:物理法(如离心分离法、粗粒化法、膜分离法)、化学法(如酸化法、化学氧化法、光化学催化氧化法)、物理化学法(如浮选法、吸附法、磁吸附分离法)和生物化学法(如活性污泥法、生物膜法)。但这些方法在实际过程中也存在一些不足,如膜分离自身有一些缺点:热稳定性差、不耐腐蚀、膜易被污染等;生化法占地面积大、运行费用高,因而在应用上受到一定限制^[1]。近几年,国内含油废水处理技术有了较大进展^[2-5]。

国内某研究单位目前开发出一套含油废水处理装置^[6],该装置为一体化装置,采用单向旋分器,石英砂作为聚结吸附材料,具有操作灵活方便、处理效率高、设备成本及操作费用低等特点。但由于其仅适用于处理小水量、中高浓度的含油废水,因此具有处理范围小的缺点,在技术上仍需不断改进与调整。因此有必要在此基础上,进行结构调整,改进旋分部分的分离效果,筛选出性能优良的填料,以扩展该处理装置的应用领域。

1 仪器、材料与方法

◆ **原材料** 试验所用含油废水取自某石化企业生产车间,其中:石油类浓度300~1000 mg/L,悬浮物100~2000 mg/L;浓H₂SO₄(化学纯);CCl₄(分析纯)。

◆ **仪器设备** 磨口取样瓶、分液漏斗、瓷蒸发皿、台

式干燥箱。

◆ **测定方法** 含油废水处理前后石油类和悬浮物含量的测定方法分别为:石油类(Oil):《水质 石油类和动植物油的测定 红外光度法》GB/T 16488-1996(红外法);悬浮物(SS):《水质 悬浮物的测定 重量法》GB/T 11901-89(重量法)。

2 改进内容

在上述含油废水处理设备的基础上,对其在整体结构、旋分部分以及填料的进一步筛选等方面进行改进,如将原处理装置的单向旋分器改进为双向旋分器,对装置的填料进行筛选,以适应高、中、低不同浓度石油类含油废水的处理要求。

2.1 含油废水处理装置旋分分离器入口的改进

该含油废水处理装置是旋分沉降、过滤、聚结吸附等单元的有机结合。旋分沉降部分的分离效果影响着整个装置的分离效果,旋分分离器(简称旋分器,下同)的入口是油水混合介质进入旋分器的首要通道,它的作用主要是将作直线运动的流体在圆筒状旋分器入口处转变为圆周运动,这种运动形式对压降和分离效果有重要影响,因为入口控制着产生离心旋转作用的流速,使液流能在旋分腔内迅速形成稳定流场。单入口旋分器由于轴向的不对称性,形成稳定流场的时间较长,初期涡流紊乱,油水混合物分层效果不明显。为了解决该问题,使油水混合液在经过入口之后有利于迅速形成稳定的流场,提高分离效率,同时又使入口处的压力损失尽可能降低,对含油废水处理装置旋分器的入口形式进行改进,即将单入口形式

改为双入口形式。

2.2 聚结吸附材料的筛选

在含油废水处理装置中,过滤及聚结吸附单元对含油废水的分离效果由所选聚结吸附材料决定,试验采用石英砂、无烟煤、条状聚丙烯、粉状聚丙烯、腈纶纤维丝、活性炭、高吸油树脂和YS等八种填料的除油效果进行对比,从而筛选出性能及价格均优的聚结吸附材料。

3 结果与分析

3.1 旋分分离器单入口的分离效果

考察含油废水处理装置旋分器单入口对油的分离效果,进行了除油率随时间变化关系的试验,旋分分离部分的除油效果如图1所示。其中,进水石油类浓度为100~400 mg/L,旋分器有效体积为14.3 L,进水流量为15 L/h。

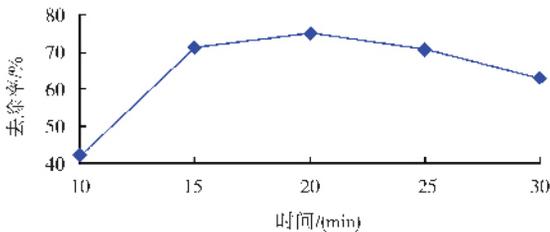


图1 去除率随时间的变化关系

由图1看出,处理15 min后,含油废水处理装置旋分分离部分的去除率可以达到60%~70%;单入口旋分器在进水15 min以前,涡流紊乱,油水混合物分层效果不明显,进水15 min以后,旋分趋于稳定,油水混合物分层效果较好,运行20 min,去除率最高可达75.2%。

分析其原因,主要是由于旋分器单入口结构的严重轴向不对称性,使得进入旋分腔的液流所形成的旋涡中心要偏离旋分器的轴心线,这样,在离心力的作用下分离出的油所形成的旋涡中心也就随之偏移,因此使得分离出来的油与后续来液进一步混合,加大了分离的难度,因而分离效果不十分理想。

3.2 旋分器双入口的分离效果

为了解决含油废水处理装置旋分部分单入口结构的轴向不对称性所造成的分离效率低的问题,在单入口形式的基础上,于180°对称方向上又开出一个切向入口。使单入口结构的轴向不对称现象有了很大的缓解。

在双入口旋分器的有效体积与单入口旋分器体

积相同、进水流量为76.7 L/h的条件下,考察含油废水处理装置旋分分离部分双入口结构形式对油的分离效果,结果如图2所示。

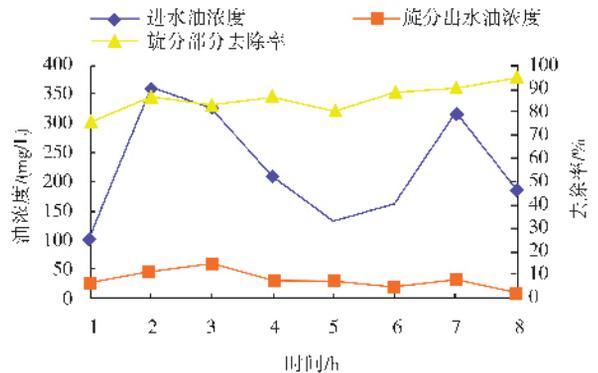


图2 双入口旋流分离部分的去除效果

由图2可以看出,进水石油类浓度为104~362 mg/L,经过双入口结构形式的旋分分离器分离后,出水石油类浓度为25.2~58.2 mg/L,去除率基本在80%以上;装置在进水1.0 h后的去除率高达75%以上,说明双入口结构形式可以使液体更平稳地进入旋分腔,并在腔内快速形成稳定的涡流,同时双入口形式可以极大地降低旋分器所需的入口压力。

3.3 聚结吸附材料的筛选

含油废水处理装置的过滤及聚结吸附单元是整个装置处理效果优劣的关键之一,试验室条件下,通过对不同填料进行对比试验,筛选出最优吸附材料,使过滤及聚结吸附单元达到最优的分离效果。试验装置采用双入口形式,其体积为2.25 L,过滤面积为78.5 cm²,进水方式为逆向上流式^[6],各种聚结吸附材料的去除率见表1所示。

表1 不同填料的对比结果

填料	流量/ (L/h)	质量/ g	去除率/ %	价格/ (元/吨)	备注
石英砂	12	1563.7	48.6	200~430	
无烟煤	12	913.7	69.4	300~500	
条状聚丙烯	12	545.6	58.1	16000~17000	
粉状聚丙烯	12	612.3	83.3	16000~17000	易堵塞
腈纶纤维丝	12	141.3	72.7	28000~32000	不易再生
活性炭	12	532.2	66.7	3600~6000	
高吸油树脂	12	711.3	71.3	35000~40000	自制
YS	12	15.5	92.7	10000~15000	

由表1看出,在进水流量相同的条件下,YS填料去除率最高,达到92.7%;其次是粉状聚丙烯,虽然去除率较高,为83.3%,但运行过程中易发生堵塞现象;腈纶纤维丝除油效果也较好,但不易再生。虽然YS价格较高,但其容积非常大,相同体积下所装填料质量仅为15g左右,因此,不论从吸附性能上还是从价格上YS都优于其他过滤及聚结吸附材料。

4 讨论

4.1 改进后对中高浓度含油废水的处理效果

对改进后装置的各级出口油浓度取样分析,考察装置的去油效果。试验采用石油类浓度为100~400 mg/L的含油废水,装置过滤材料为YS,其上层填加50 mm无烟煤,进水流量为76.7 L/h,试验结果见图3。

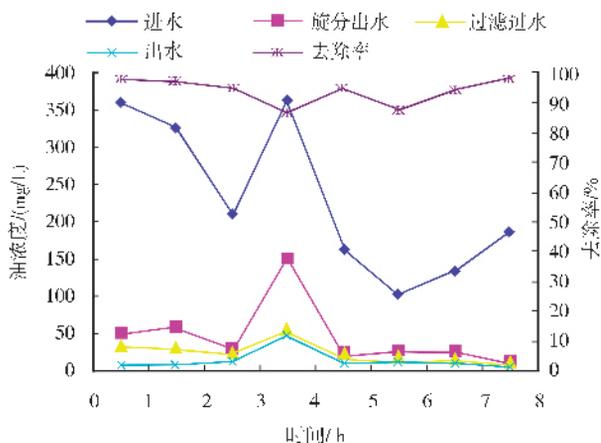


图3 改进后装置对中高浓度含油废水的处理效果

由图3看出,含油废水经双入口旋分离、过滤及聚结吸附处理后,出水石油类浓度一般在10 mg/L以下,其去除率达到90%以上,说明改进后装置对含油废水的处理效果有了很大提高。

4.2 改进后对低浓度含油废水的处理效果

通过将装置旋分离单元单入口改为双入口、过滤及聚结吸附单元使用YS聚结吸附材料后,在进水石油类浓度低于80 mg/L,进水流量为76.7 L/h,装置对低浓度含油废水的处理效果如图4所示。由图4可以看出,在此条件下,装置出水石油类浓度低于10 mg/L,去除率高达95%,说明通过填装性能优良的聚结吸附材料,此装置可以处理低浓度的含油废水。

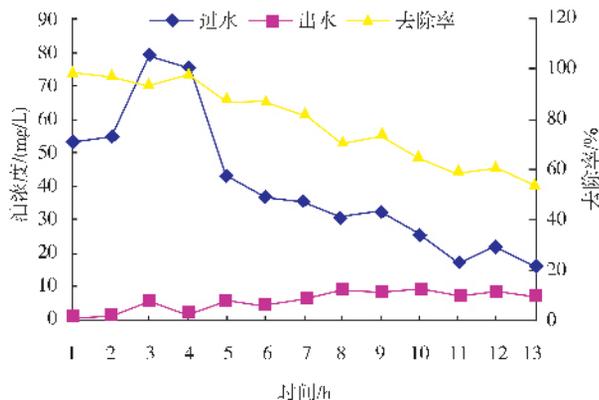


图4 装置对低浓度含油废水处理效果

5 结论

◆ 原含油废水处理装置旋分离单元入口经改造后,含油废水在旋分腔内能快速形成稳定的涡流,此部分对含油废水的去除率由原来的60%~70%提高到80%以上。

◆ YS聚结吸附材料在改进后的含油废水处理装置的过滤及聚结吸附单元的去油率高达90%以上,此填料具有处理成本低、处理效果好的优点。

◆ 通过对原含油废水处理装置各单元进行拆分、组合、串联及填装不同聚结吸附材料,此装置可处理低、中、高浓度的含油废水。

◆ 对于中、高浓度的含油废水,装置对石油类的去除率达90%以上;对于低浓度的含油废水,去除率高达95%,装置最终出水石油类浓度小于10 mg/L。

参考文献

- [1] 吴伟立. 含油废水处理技术研究进展. 大众科技, 2009, 1(1):101-102.
- [2] 金振岐. 油田含油污水处理的新型高效设备[J]. 工业水处理, 1988, 8(3):18-20.
- [3] 邓汉群. 含油废水处理工艺及设备[J]. 水处理技术, 1988, 14(2):115-118.
- [4] 梁士杰. 丙纶吸油材料处理含油废水[J]. 化工环保, 1990, 10(2):87-92.
- [5] 尹先清, 陆晓华. 含油污水处理技术研究[J]. 工业水处理, 2000, 20(3):28-31.
- [6] 刘发强, 刘天禄. 乳化含油废水处理新工艺[J]. 石化技术与应用, 2002, 20(1):29-31.

(收稿日期 2009-02-25)

(编辑 王薇)