

苯酚废水萃取工艺的模拟研究

张曼曼*, 张德友, 方毅
(合肥通用机械研究院, 安徽 合肥 230088)

摘要:运用流程模拟软件 Aspen Plus 模拟苯酚废水萃取过程。在所建模型的基础上筛选出合适的萃取剂为 1,1,1-三氯乙烷。通过模拟研究了萃取相比、萃取温度、萃取级数等操作条件对萃取结果的影响,为离心萃取机选型及萃取条件的选定提供参考。

关键词:苯酚废水;萃取;Aspen Plus;模拟

中图分类号:X703.1

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2016)10-0173-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2016.10.043

Simulation study on the extraction process of phenol wastewater

ZHANG Man-man*, ZHANG De-you, FANG Yi
(Hefei General Machinery Research Institute, Hefei 230088, China)

Abstract: Aspen Plus is used to simulate the phenol wastewater extraction process. The extraction model is established through simplifying feed composition which can well describe the system. On the basis of the model, 1,1,1-trichloroethane is selected as the suitable extraction solvent. The effects of phase ratio, temperature and series of extraction on the result of extraction are studied, which can provide a reference to the select of centrifugal model and extraction conditions.

Key words: phenol wastewater; extraction; Aspen Plus; simulation

含酚废水来源十分广泛,化工厂、焦化厂、炼油厂等都会产生含酚废水。如果不经处理直接排放,不仅严重污染环境,而且危害人体健康。含酚废水的处理已经引起了世界各国的关注,包括中国在内的许多国家都已经将其列为重点控制排放的污染物。

萃取法常用于高浓度含酚废水中,是回收酚类物质的主要方法。由于萃取设备占地面积小、效率高,特别是随着高效萃取装置—离心萃取机的出现,此法在废水脱酚中正得到日益广泛的应用^[1]。以下采用 Aspen Plus 模拟萃取法脱酚的工艺过程,通过对进料组分合理地简化,建立了能够良好描述该萃取体系的模型,并通过模拟筛选出合适的萃取剂

和萃取条件,为离心萃取机的选用提供参考。

1 模拟假定

为了简化模拟过程,做如下假定。

(1) 萃取温度 20℃, 萃取压力 101.325 kPa, 废水处理量 20 m³/h, 废水含苯酚 5 000 mg/L, 不考虑溶液 pH 及盐分的影响。

(2) 不考虑固体和盐析。

2 建立工艺流程

2.1 建立模型

(1) 应用模块:液-液分相器(Decanter)。该模块可进行给定热力学条件下的液-液平衡或液-自由

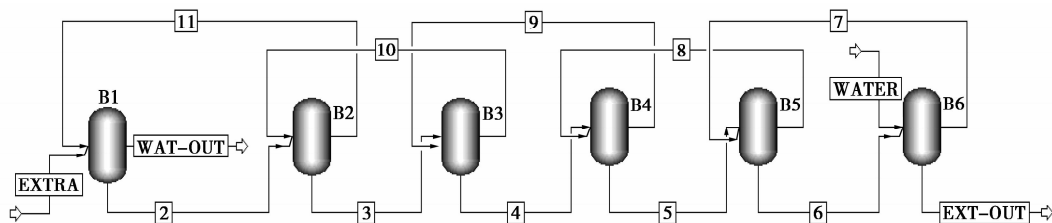


图1 Aspen Plus 模拟六级萃取流程

水平衡计算^[2]。

(2)物性方法:UNIFAC。该模型可用于任何已知组分结构的物系。

(3)根据六级逆流萃取流程建立的 Aspen Plus 模拟流程如图 1 所示。

2.2 组分输入、物性选择

进入 Aspen Plus 软件中的 Components 页面,输入要添加组分的化学式或 CAS 号,可查出所需的组分,将该组分加入 Components 列表中。根据前述假定输入萃取体系中的所有组分,然后进入物性选择界面。

选择 UNIFAC 模型作为流程模拟的全局物性模型。选择好物性后,Aspen Plus 自动调用两元交互参数。

规定好组分和物性模型后,再输入进料物流变量、液-液分相器 Decanter 模块的参数变量(规定压力和温度),就大致完成了整个流程的输入,点击运行按钮即可进行模拟。

3 筛选萃取剂

苯酚废水萃取剂研究较多的有二异丙基醚、醋酸丁酯^[1]、甲基叔戊基醚^[3]、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷等,对以上各萃取剂在上述假定条件下分别进行六级逆流萃取模拟,得到的模拟结果如表 1 所示。

表 1 不同萃取剂六级逆流萃取模拟结果 mg/L

萃取剂	萃取相质量浓度		萃余相质量浓度	
	水	苯酚	苯酚	萃取剂
二异丙基醚	15317.6	6617.7	1692.9	1284.9
醋酸丁酯	16622.4	10008.9	0.02	8127.1
甲基叔戊基醚	66892.4	9622.2	27.9	5860.1
1,2-二氯乙烷	2994.3	10019.1	1.5	8038.1
1,1,1-三氯乙烷	1209.8	9939.3	5.2	2963.5

由模拟结果可知,醋酸丁酯和 1,2-二氯乙烷对苯酚萃取效率较高,但萃余相中萃取剂夹带严重;二异丙基醚萃取后萃余相夹带最少,但其萃取效率低;综合考虑萃取效果,筛选出合适的萃取剂为 1,1,1-三氯乙烷。

4 逆流多级萃取影响因素分析

4.1 油水相比的影响

根据上述假定条件,采用灵敏度分析萃取剂

1,1,1-三氯乙烷流量对萃取结果的影响。

新建一个灵敏度分析任务,定义萃余液苯酚质量分数为因变量,萃取剂流量为操纵变量,并设置操纵变量的数值,经初始化后重新运行,利用 Plot Wizard 系统绘图得到图 2,可清晰地看出萃取剂体积流量对萃余液苯酚质量分数的影响。

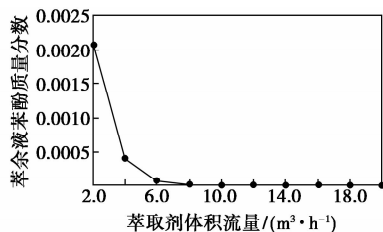


图 2 萃取剂体积流量对萃余液苯酚质量分数的影响

由图 2 可见,在开始阶段,萃余液中苯酚质量分数随着萃取剂流量的增大而迅速下降,当萃取剂流量达到 8 m³/h 时,即油水体积比大于 2/5 时,萃余液中苯酚质量分数下降幅度趋缓,即自变量对因变量影响的灵敏度下降。

将萃余液苯酚质量分数换算成萃余液酚含量,所得结果如表 2 所示。

表 2 不同油水体积比模拟结果

萃取剂体积流量 / (m³·h⁻¹)	2	4	6	8	10
O/A 体积比	1:10	1:5	3:10	2:5	1:2
萃余液酚含量 / (mg·L⁻¹)	2061.8	400.1	72.3	17.1	5.2
萃取剂体积流量 / (m³·h⁻¹)	12	14	16	18	20
O/A 体积比	3:5	7:10	4:5	9:10	1:1
萃余液酚含量 / (mg·L⁻¹)	1.9	0.8	0.4	0.2	0.1

根据《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010)的规定,下水道末端无污水处理设施时,排入城镇下水道的污水水质不得低于 C 等级的要求,即酚 ≤ 0.5 mg/L。还需采用设计规定计算出萃余液中苯酚为 0.5 mg/L 时所需的萃取剂流量。

新建一个设计规定,定义因变量和目标表达式,规定目标值,定义操纵变量,并设置操纵变量的范围,经初始化后重新运行,即可计算出所需的萃取剂流量为 14.816 m³/h。说明在废水流量为 20 m³/h 时,萃取剂体积流量 ≥ 14.816 m³/h,才能达到排放要求。

4.2 萃取温度的影响

萃取压力 101.325 kPa,萃取相比 O/A = 1/2,六

级萃取,模拟不同萃取温度,所得结果如表3所示。

表3 不同萃取温度模拟结果

萃取温度/℃	0	10	20	30	40
萃余液酚含量/(mg·L ⁻¹)	61.5	16.1	5.2	1.8	0.8
萃余液夹带量/(mg·L ⁻¹)	2291.8	2616.7	2963.5	3331.1	3718.4

由模拟结果可知,随着萃取温度的升高,萃余液中酚含量降低,说明萃取温度升高有利于1,1,1-三氯乙烷对苯酚的萃取,但萃取剂夹带量随着萃取温度的升高而增加,可能是温度升高1,1,1-三氯乙烷在水中的溶解度增大的缘故,所以萃取温度不应过高,宜在常温下进行。

4.3 萃取级数的影响

萃取温度20℃,萃取压力101.325 kPa,萃取相比O/A=1/2,模拟不同萃取级数。所得结果如表4所示。

表4 不同萃取级数模拟结果

萃取级数	mg/L				
	二级	三级	四级	五级	六级
萃余液酚含量	396.7	131.6	57.9	14.7	5.2
萃余液夹带量	2969.4	2967.4	2966.8	2966.4	2963.5

由表4模拟结果可知,随着萃取级数的增加,萃余液中萃取剂夹带量几乎保持不变;萃余液酚

含量则随着级数的增加逐渐减少,所以增加萃取级数是提高苯酚萃取率使其达到排放标准的有效方法。

5 结论

(1)应用流程模拟软件 Aspen Plus 建立六级逆流萃取流程,通过模拟不同萃取剂体系,筛选出合适的萃取剂为1,1,1-三氯乙烷。

(2)通过灵敏度分析萃取剂体积流量对萃余液酚含量的影响,随着萃取剂流量的增加,萃余液酚含量降低,通过设计规定计算出萃余液酚含量为0.5 mg/L时,所需的萃取剂流量为14.816 m³/h,即油水相比应≥0.741/1。

(3)通过模拟不同萃取温度和萃取级数,得出萃取温度不应过高,宜在常温下进行,可通过增加萃取级数提高苯酚萃取率。

参考文献

- [1] 陈克玲. 溶剂萃取含酚废水及萃取剂的选择[J]. 山西化工, 1991, (1): 51-54.
- [2] 孙兰义. 化工流程模拟实训—Aspen Plus 教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [3] 王雪, 何德民, 王瑶, 等. 页岩油含酚废水萃取过程的模拟研究[J]. 化学工程, 2011, 39(9): 11-15. ■

康缘药业与南京华威设立化学新药 合资公司

康缘药业2016年9月23日发布公告称,公司和南京华威医药科技开发有限公司拟共同出资2亿元设立康缘华威医药有限公司。新设立公司的拟经营化学药的研发、生产及销售。

南京华威是专业从事化学新药研究的高新技术企业,专注于化学创新药物及仿制药的开发。新的joint venture,将有利于双方在化药领域研发及产业化布局,加快公司经营品种的多元化发展。江苏康缘药业股份有限公司的主营业务是中成药制剂、保健品制造、销售。(王莉)

沙隆达拟出资185亿收购安道麦

沙隆达(SZ:000553)9月23日发布公告称,湖北沙隆达股份有限公司拟出资185亿收购农药生产商安道麦(ADAMA)。ADAMA是农药生产商,业务遍及全球,拥有高品质高效的除草剂、杀虫剂和杀菌剂产品,农药产

品销售至全世界100多个国家。沙隆达表示,此次交易完成后,有助于构建国际国内一体化的业务平台,提高公司在国内外的竞争能力。湖北沙隆达股份有限公司的主营业务是农药原药和农药中间体产品的研发、生产和销售。(王莉)

陕西富平石灰石开发利用项目开工

2016年9月25日,陕煤化集团富平石灰石资源综合利用项目正式开工,标志着陕煤化集团在富平县又一重大投资项目的落地实施。

富平石灰石资源综合利用项目由陕煤化集团旗下的陕西中昊投资有限责任公司负责实施,中国建材集团有限公司负责建设运营,项目计划在富平投资建设建筑骨料800万t/a,石灰300万t/a生产线,项目均为一次规划设计,分期实施。

据悉,项目建成后,将成为集合建筑骨料、建筑、冶金及化工、石灰、轻氧化钙、纳米碳酸钙等产品为一体的新型建材生产综合体式建材企业。(王莉)