1. 设计基础
   1. 概述

本设计为微球悬浮聚合的工业化设计。以马来酸酐和α-甲基苯乙烯为原料，在引发剂作用下聚合成为微米级别的聚合物微粒。

* 1. 设计规模

本装置包括两个并列聚合釜。聚合釜为间歇操作，每天可以分别进行2次聚合，单釜每次聚合生产1.0吨聚合物。

以年开车300天计，聚合物生产能力为1200吨/年。

* 1. 原料、产品规格

马来酸酐

α-甲基苯乙烯

二乙烯基苯

偶氮二异丁腈

乙酸异戊酯

己烷

产品

* 1. 公用工程需求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 规格 |
| 循环水 | 40 ℃ |
| 饱和蒸汽 | 0.8 MPa |
| 高纯氮气 | 99.9995 % |
| 仪表空气 | 0.6 MPa |
| 电 | 220V、50Hz |

* 1. 性能指标
  2. 标准及规范

1. 工艺说明

2.1 工艺原理

在引发剂的作用下，马来酸酐和α-甲基苯乙烯可以发生聚合，得到长链聚合物。同时加入的少量二乙烯基苯可以与马来酸酐聚合产生交联点，从而调节聚合物性能。所有反应是在乙酸异戊酯的环境下进行的，产物为微米级的颗粒聚合物。

本工艺为间歇聚合操作，生产装置包括两个并列的聚合釜、一个用于分离聚合浆液的离心机、产品干燥机以及用于回收的精馏塔等设备。

* 1. 工艺流程说明

马来酸酐和α甲基苯乙烯等原料单独储存在独立储罐内，使用时经计量加入聚合釜。加入原料时需要开启搅拌使原料混合均匀。原料准备完毕后加入定量的引发剂进行聚合。聚合反应在常压、70℃下进行，为间歇操作，每釜反应时间为6小时。聚合时需要停止搅拌。

反应完成后开启搅拌，将釜内浆液以少量氮气压入缓冲罐，然后进行洗釜、加料，开始下一轮反应。

缓冲罐内的浆液送入离心机进行离心分离。经过分离后的液相收集至缓冲罐，再送入回收塔。回收塔内压力为0.25bar左右，操作温度100-115℃，将液相中的低聚物富集至塔底排出。反应介质乙酸异戊酯和未反应的原料经塔顶采出，循环回储罐，经采样分析组成后待用。

离心机出来的滤饼湿基含湿量约50%，输送到真空干燥机进行干燥。干燥机自带冷凝设备，可将湿份冷凝后回收。干燥后的粉末即可装袋打包。

K:\工作\工作\工作\300L聚合釜\放大模拟\第二版\聚合流程.wmf

* 1. 物料衡算及原料消耗

物料衡算数据见表1。表中反应器部分为单台反应器的数据，离心机及之后的部分均按照两台反应器计算。由于单台反应器的设计单次操作周期为12h，连续化部分的流量为12h的总流量。

每年原料消耗量：

|  |  |
| --- | --- |
| 马来酸酐 | 604.2吨 |
| α-甲基苯乙烯 | 594.2吨 |
| 二乙烯基苯 | 112.8吨 |
| 偶氮二异丁腈 | 13.9吨 |
| 合计 | **1325.1吨** |

每年产量

|  |  |
| --- | --- |
| 聚合物 | 1276.3吨 |
| 合计 | **1276.3吨** |

表1 物料衡算

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **反应器A** | | **离心机** | | | **精馏塔** | | | **干燥** | |
| **流股** |  | **原料S01** | **出料S02** | **进料S02** | **清液S03** | **湿料S04** | **进料S03** | **回收S06** | **低聚物S07** | **产品S05** | **分离液S08** |
| **温度** | **℃** | 25 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 99.6 | 113.3 |  |  |
| **压力** | **bar** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.24 | 0.26 | 1 | 1 |
| **液相密度** | **kg/m3** | 918 | 854 | 854 | 854 | 855 | 854 | 831 | 827 | - | 854 |
| **质量** | **kg/batch** | 6830.6 | 6830.6 | 13661.2 | 9425.4 | 4235.8 | 9425.4 | 9180.6 | 244.8 | 2108.7 | 2127.1 |
| **体积** | **m3/batch** | 7.4 | 8.0 | 16.0 | 11.0 | 5.0 | 11.0 | 11.0 | 0.3 |  | 2.5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **质量** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **马来酸酐** | **kg/batch** | 870.0 | 366.5 | 733.0 | 598.0 | 135.0 | 598.0 | 545.0 | 53.1 | 0.0 | 135.0 |
| **α-甲基苯乙烯** | **kg/batch** | 855.0 | 359.8 | 719.5 | 587.0 | 132.5 | 587.0 | 562.8 | 24.2 | 0.0 | 132.5 |
| **二乙烯基苯** | **kg/batch** | 94.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| **偶氮二异丁腈** | **kg/batch** | 11.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| **乙酸异戊酯** | **kg/batch** | 5000.0 | 5000.0 | 10000.0 | 8158.7 | 1841.3 | 8158.7 | 8072.8 | 85.9 | 0.0 | 1841.3 |
| **低聚物** | **kg/batch** | 0.0 | 50.0 | 100.0 | 81.6 | 18.4 | 81.6 | 0.0 | 81.6 | 18.4 | 0.0 |
| **聚合物** | **kg/batch** | 0.0 | 1054.4 | 2108.7 | 0.0 | 2108.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2108.7 | 0.0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **总计** | **kg/batch** | 6830.6 | 6830.6 | 13661.2 | 9425.4 | 4235.8 | 9425.4 | 9180.6 | 244.8 | 2127.1 | 2108.7 |

公用工程消耗：

* 1. 界区条件表
  2. 卫生、安全、环保要求
  3. PID
  4. 工艺设备

工艺设备操作数据见表2

表2 设备操作参数

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 反应釜A/B |  |  |  | 离心机 |  |  |  | 干燥机 |  |  |  | 回收塔 |  |  |
| 操作温度 | ℃ | 70 |  | **操作温度** | ℃ | 常温-70 |  | **操作温度** | ℃ | 150 |  | **操作温度** | ℃ | 115 |
| 操作压力 | bar | 1 |  | **操作压力** | bar | 1 |  | **操作压力** | bar | 1 |  | **操作压力** | bar | 0.25 |
| 操作周期 | hr | 12 |  | **操作周期** |  | 连续 |  | **操作周期** |  | 连续 |  | **操作周期** |  | 连续 |
| 反应器容积 | m3 | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 投料量 |  |  |  | **投料量** |  |  |  | **投料量** |  |  |  | **投料量** |  |  |
| 马来酸酐 | kg | 870.0 |  | **反应器出料** | kg/hr | 1138.4 |  | **湿固体** | kg/hr | 353 |  | **离心清液** | kg/hr | 785.5 |
| α-甲基苯乙烯 | kg | 855.0 |  |  |  |  |  | **湿基湿含量** | % | 50 |  |  |  |  |
| 二乙烯基苯 | kg | 94.0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 偶氮二异丁腈 | kg | 11.6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 乙酸异戊酯 | kg | 5000.0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |